

Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus



Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus

Liikenneviraston ohjeita 26/2015

Kannen kuva: Kyösti Laukkanen

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-153-4

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 029 534 3000

Tekniikka ja ympäristö -osasto

Vastaanottaja
Liikennevirasto
ELY-keskukset

Säädösperusta
Maantielaki 109 §

Korvaa/muuttaa
Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus, TIEH 2200059-09

Kohdistuvuus
Liikennevirasto
ELY-keskusten liikenne- ja infrastruktuuri
vastuualueet

Voimassa
1.10.2015 alkaen toistaiseksi


Asiasanat
Sillanrakennus, sillankorjaus, taitorakenne, vedeneristys, laatu, mittaus, mittausmenetelmä

Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus

Tämä ohje on laadittu käytettäväksi siltatyömailla tehtävien siltakannen tiivistys- ja vedeneristystöiden laatumittauksissa. Ohjeessa mainitut laadunmittausmenetelmät soveltuvat sekä urakoitsijan oman työn laadunohjaukseen että valmiin vedeneristyksen kelpoisuuden osoittamiseen.

Ohjeessa kuvataan tiivistys- ja vedeneristystöiden tärkeimpien laatumittausten oikeat suoritustavat sekä kerrotaan perustelut, miksi mittauksia tehdään ja miten mittaustuloksia pitäisi tulkita.

Ylijohtaja



Mirja Noukka

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA
Pekka Siitonen
Liikennevirasto
puh. 029 534 3584

Esipuhe

Ohjeessa esitetään Liikenneviraston siltatyömailla vedeneristystöiden kelpoisuuskokeissa noudatettavat menettelytavat ja mittausmenetelmät sekä tulosten tulkinnan perusteet, vedeneristystöiden laadunmittausten oikea suoritustapa, miksi näitä mittauksia tehdään ja miten niiden tuloksia tulisi tulkita. Nämä mittausmenetelmät soveltuvat sekä urakoitsijan oman työn laadunohjaukseen että valmiin eristykseen kelpoisuuden osoittamiseen.

Liikenneviraston ohjeet edellyttävät, että vedeneristystömaiden eristysolosuhteiden ja valmiiden vedeneristysten kelpoisuuden osoitetaan mittauksen avulla täyttävän niille asetetut vaatimukset. Eristysurakoitsijoilla tulee olla siltaeristysten asennustyömailla käytössä Liikenneviraston hyväksymä laadunvarmistusmenettely. Kelpoisuuden osoittamiseen tähtäävissä mittauksissa edellytetään erityisesti, että mittauksen suorittaja on hyvin perehtynyt käytettäviin mittausmenetelmiin ja mittauksen suorittamiseen. Laatusuunnitelmassa on esitettävä myös epoksitiivistys- tai eristysurakoitsijan omassa työssä käyttämät mittalaitteet.

Vedeneristystöön laadusta vastaavien tulee ohjata tai valvoa eristystöitä työmaolosuhteissa tehtävien laadunmittausten avulla. Työmaalla tulee mitata mm. eristysalustan tasaisuus ja karkeus, betonin kosteus, ilman lämpötila, eristysalustan pintalämpötila, ilman kastepistelämpötila, eristykseen ja eristysalustan välinen tartuntavetolujuus, epoksitiivistyksen tartunta alustaan ja vesitiiviys sekä eräiden eristyskerrosten osalta myös kerrospaksuus. Mittaukset tulee tehdä ja raportoida menetelmäkuvauksia noudattaen.

Laadunmittausohjeen päivitystyön on suorittanut dipl.ins. Kyösti Laukkanen KSIILasta. Ohje on tarkastettu ja hyväksytty Liikenneviraston taitorakenneyksikössä.

Helsingissä syyskuussa 2015

Liikennevirasto
Tekniikka ja ympäristö -osasto/taitorakenneyksikkö

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	7
1.1	Yleistä	7
1.2	Laatuvaatimukset	7
1.3	Mittausten suoritus ja dokumentointi	8
2	LAADUNMITTAUSTEN SISÄLTÖ	10
2.1	Eristysalustan puhtaus	10
2.2	Eristysalustan tasaisuus	10
2.3	Eristysalustan makrokarkeus	11
2.4	Eristysalustan kosteus.....	12
2.4.1	Yleistä	12
2.4.2	Eristysalustan kosteusvaatimukset	13
2.4.3	Eristysalustan kosteusmittaukset	13
2.5	Tiivistys- ja eristystöiden sääolosuhteet	13
2.5.1	Sääolosuhdevaatimukset	13
2.5.2	Sääolosuhteiden mittaus ja tulosten tallennus.....	14
2.5.3	Sääsuojan käytön ohjaus olosuhdemittausten avulla.....	16
2.6	Tiivistyksen ja eristykseen tartunta alustaan.....	16
2.6.1	Yleistä	16
2.6.2	Tartuntavetolaitteet.....	17
2.6.3	Tartuntavetokoe	19
2.6.4	Tartuntavetokokeen suoritus	19
2.6.5	Tartuntavetokokeen tulokset	19
2.6.6	Mittaustulosten tarkastelu	20
2.7	Eristysalustan tiivistyksen vesitiiviys.....	21
2.7.1	Yleistä	21
2.7.2	Vesitiiviyyden mittaus.....	21
2.8	Nestemäisenä levitettävän eristykseen optimitiheys, vesitiiviys ja paksuus.....	22
2.9	Tiivistys- ja eristyskerroksen reikien paikkaus.....	22
3	MENETELMÄKUVAUKSET	24
4	KENTTÄMITTAUSLOMAKKEET	25
	KIRJALLISUUSVIITTEET	26
	LIITTEET	
Liite 1	Menetelmäkuvaukset	
Liite 1.1	Jälkihoitojäämien toteaminen betonin pinnasta. VTT TEST 375-93	
Liite 1.2	Pinnan makrokarkeus. Lasihelmimenetelmä. PANK-5103	
Liite 1.3	Betonin absoluuttisen kosteuden mittaus. Kuivatus-punnitusmenetelmä, VTT 2650	
Liite 1.4	Eristyksen ja eristysalustan välisen tartuntalujuuden mittaustyömaalla. Tartuntavetokoe. VTT 2651	
Liite 1.5	Tiivistysepöksen vesitiiviyyden mittaus. Matalajännitemenetelmä. VTT 2654	
Liite 1.6	Tiivistysepöksen tai nestemäisenä levitetyn eristykseen vesitiiviyyden mittaus. Korkeajännitemenetelmä. VTT-S-05050-09-2013.	
Liite 1.7	Tarvikkeet pinnan karkeuden mittausmenetelmään.	

Liite 2	Kenttämittauslomakkeet
Lomake 2.1	Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.1_web.xls
Lomake 2.2.	Eristysalustan tiivistystyön olosuhdepöytäkirja http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.2_web.xls
Lomake 2.3	Vedeneristystyön olosuhdepöytäkirja http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.3_web.xls
Lomake 2.4	Pinnan karkeuden mittaaminen. Lasihelmimenetelmä http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.4_web.xls
Lomake 2.5	Tartuntavetokoe http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.5_web.xls
Lomake 2.6	Epoksitiivistyksen tai nestemäisenä levitetyn eristyksen vesitiiviys. Korkeajännitemenetelmä http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.6_web.xls
Lomake 2.7	Epoksitiivistyksen vesitiiviys. Matalajännitemenetelmä http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.7_web.xls

1 Johdanto

1.1 Yleistä

Tässä ohjeessa käytetään seuraavia määritelmiä:

Eristysalustalla tarkoitetaan siltakannen eristettävää yläpintaa, reunapalkin eristettävää pintaa ja muita eristettäviä pintoja.

Betonin absoluuttinen kosteus tarkoittaa betoninäytteen sisältämää, haihtuvaa kosteutta, mikä poistuu näytteestä, kun se kuivataan tuulettuvassa lämpökaapissa vakio-painoon 105 °C lämpötilassa.

Kastepiste (kastepistelämpötila) on se lämpötila, jossa vesihöyryä sisältävän kaasun suhteellinen kosteus on 100 %.

1.2 Laatuvaatimukset

Infrarakentamisen yleisissä laatuvaatimuksissa (InfraRYL osa 3, Sillat ja rakennus-tekniset osat) [1] on esitetty yleiset vaatimukset vedeneristysten materiaaleille, eristysalustalle, eristysalustan tiivistyön ja vedeneristystyön tekemiselle sekä kelpoisuuden osoittamiseksi täytettävät vaatimukset ja niihin liittyvien laatumittausten tai -tutkimusten määrät. Urakka-asiakirjoissa voidaan asettaa eristysalustan tiivistystöille ja siltakannen vedeneristystöille myös työkohtaisia vaatimuksia.

Epoksitiivistys- ja vedeneristystöiden kelpoisuuden todentamiseksi tehdään InfraRYL osassa 3 esitettyjä laadunmittauksia urakka-asiakirjoissa esitetyssä laajuudessa. Tässä ohjeessa on annettu tarkentavia menettelytapa- tai menetelmäohjeita näiden laadunmittausten tekemisestä. Laadunmittaustuloksia tulee verrata InfraRYL osassa 3 esitettyihin laatuvaatimuksiin.

Jos sillan pintarakenteiden korjaustyössä käytetään ns. nopeutettuja korjausmenetelmiä, noudatetaan niille InfraRYL osassa 3 ja muissa urakka-asiakirjoissa asetettuja vaatimuksia.

Liikenneviraston silloilla käytetään vedeneristystuotteita, jotka on esitetty SILKO-ohjeissa [2].

Liikennevirasto ylläpitää edelleen listaa tuotteista, joiden suoritusasoilmoitus (DoP) täyttää kansallisesti Liikenneviraston silloille asetetut kansalliset vaatimukset. Tuotevaatimustaulukot esitetään julkaisussa "Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset" [3] ja silloilla käytettävien tuotteiden luettelot päivitetään SILKO 3-kansioon [2]. Tuotteille, joille ei ole olemassa harmonisoitua tuotestandardia, ylläpidetään vielä toistaiseksi kansallisia hyväksyntävaatimuksia ja -ohjeita. Myös nämä vaatimukset esitetään julkaisussa "Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset".

1.3 Mittausten suoritus ja dokumentointi

Vedeneristystyömaan laadunmittaukset kohdistuvat eristysalustan laatuun, tiivistys- ja eristystyön aikaisiin olosuhteisiin, urakoitsijan omaan työn ohjaukseen sekä valmiin eristysalustan tiivistyksen ja eristyksen kelpoisuuteen.

Taulukossa 1 on esitetty sillan tiivistys- ja vedeneristystyömaalla mitattavat laatuominaisuudet ja niiden mittaukseen käytettävät mittausvälineet.

Taulukko 1. Siltakannen tiivistys- ja vedeneristystöissä mitattavat laatuominaisuudet ja niissä käytettävät mittausvälineet.

LAATUOMINAISUUS (InfraRYL, osa 3)	MITTAUSVÄLINEET
Eristysalustan absoluuttinen kosteus	Näytteenottovälineet ja lämpökaappi
Eristysalustan pintakosteus	Pintakosteusmittari
Eristysalustan tasaisuus	1, 5 m oikolauta ja mittakiila
Eristysalustan makrokarkeus	Lasihelmimenetelmän mittausvälineet
Olosuhteet eristysalustan tiivistystyön, vedeneristystyön sekä tiivistys- ainekerroksen lujittumisen aikana	Ilmanlämpömittari Ilmankosteusmittari Pintalämpömittari Ilman kastepisteen määrittäyslaitte
Eristysalustan tiivistyksen vesitiiviys	Vesitiiviuden määrittäyslaitteet varusteineen
Nestemäisenä levitetyn eristyksen kerrospaksuus	Kerrospaksuuden määrittäyslaitte varusteineen
Eristysalustan tiivistyksen ja vedeneristyksen tartunta alustaan	Tartuntavetolaite varusteineen

Jos sillan pintarakenteiden korjaustyössä käytetään ns. nopeutettuja korjausmenetelmiä, voidaan tavanomaisilla tavoilla toteutettujen korjaustöiden laadunmittausten suoritustavoista poiketa siten kuin niistä erikseen määrätään InfraRYL osassa 3 tai muissa urakka-asiakirjoissa.

Eristysalustan tiivistystöiden ja vedeneristystöiden urakoitsijoiden teknisissä työsuunnitelmissa tulee esittää laadunmittauksiin käytettävät mittausvälineet.

Urakoitsijan omassa laadunvalvonnassa käytettävät mittauslaitteet tulee esittää laatusuunnitelmassa.

Laatumittauksissa käytetään tämän ohjeen mukaisia standardeja, menetelmäkuvauksia ja kenttämittauslomakkeita. Sillan vedeneristystyömaalla käytettävien laadunmittausten menetelmäkuvauksia on esitetty kohdassa 4. Laatumittausten dokumentointia varten on laadittu kenttämittauslomakkeita, jotka on esitetty kohdassa 5.

Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus

Pistemäisten laadunmittauskohtien ja näytteenottokohtien sijainnin siltakannella valitsee tilaajan valvoja tai laatumittauksen suorittaja. Nämä kohdat esitetään tutkimusraportin liitteenä sillan tasopiirustukseen merkittynä sekä etäisyyksinä kannen reunapalkin päästä ja reunapalkin sisäreunasta, kohta 5, lomake 2.1.

Mittaustulokset on aina dokumentoitava kirjallisesti lukukelpoisella ja kopiointikelpoisella tavalla. Laatudokumentit tulee tallentaa mahdollisimman pian laatumittauksen suorittamisen jälkeen urakan laaturaporttiin, esim. urakan projektitietopankkiin (InfraRYL osa 3, kohta 42300.5.1). Edellisen työvaiheen (esim. betonikannen pintakerroksen) kirjallisten laatudokumenttien tulee olla ennen seuraavan työvaiheen (esim. eristysalustan tiivistyön) aloitusta seuraavan urakoitsijan ja tilaajan valvojan käytettävissä.

2 Laadunmittausten sisältö

2.1 Eristysalustan puhtaus

Tartunnan varmistamiseksi eristettävästä pinnasta poistetaan sementtiliima, jälkihoitoaine, liuottimet, öljy, rasva ja muut epäpuhtaudet sinko- tai hiekkapuhalluksella ja pinta imuroidaan ennen eristystä.

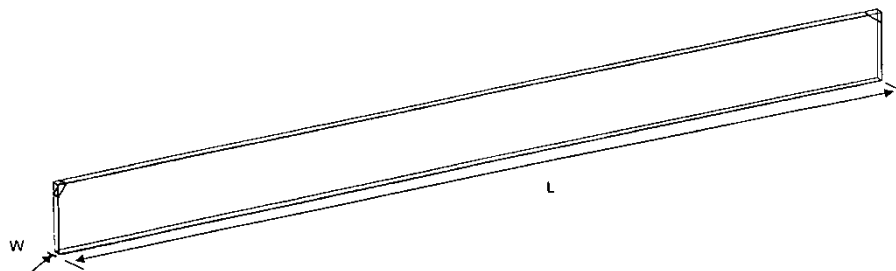
Liitteessä 1.1 on esitetty menetelmäkuvaus VTT TEST 375-93, jonka avulla voidaan työmaalla todeta, onko betonipinnassa jälkihoitoainejäämiä.

2.2 Eristysalustan tasaisuus

Eristysalustan tasaisuus (pituus- tai poikkisuuntainen epätasaisuus) mitataan menetelmällä SFS-EN 13036-7 (tai PANK-5102) käyttäen (1500 ± 5) mm pituista oikolautaa [4], [5].

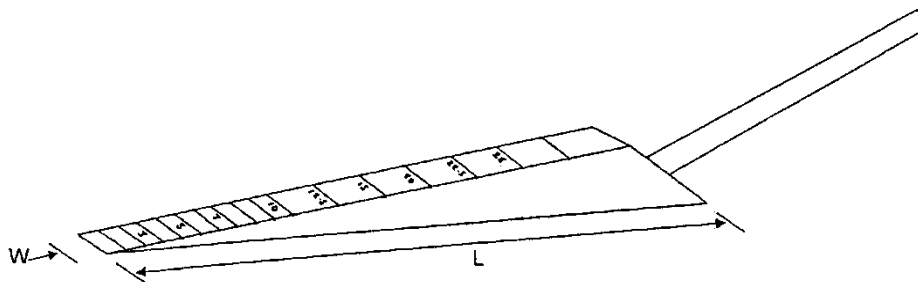
Eristysalustan tasaisuus mittauskohdassa tarkoittaa eristysalustan pinnan ja oikolaudan mittausreunan väliin mittauskohdassa jäävää etäisyyttä (= raon korkeutta). Tasaisuus mitataan oikolaudan mittausreunan ja eristysalustan väliin jäävään rakoön työnnettyllä mittakiilalla.

Oikolaudalle asetetut vaatimukset. Oikolaudan pituus (L) on (1500 ± 5) mm ja paksuus (W) on (25 ± 5) mm (kuva 1). Oikolaudan tulee olla rakenteeltaan jäykkä. Kun oikolauta asetetaan kapea mittausreuna alaspäin molemmissa päissä olevien tukien varaan, mittausreuna ei saa poiketa missään kohdassa suorasta enempää kuin ± 1 mm (kuva 1). Oikolaudan mittausreunan tulee olla selvästi merkitty.



Kuva 1. Oikolauta (ei mittakaavassa) $L = 1500 \pm 5$ mm.

Mittakiilalle asetetut vaatimukset. Oikolautamittauksissa käytettävän mittakiilan ohjeelliset mitat: pituus (300 ± 3) mm ja leveys (25 ± 1) mm). Kiilan kaltevalle tasolle merkitään korkeusasteikko 1 mm "korkeusvälein", tarkkuus tulee olla 0,1 mm (kuva 2). Kiila valmistetaan metallista.



Kuva 2. Mittakiilan periaatekuva (ei mittakaavassa)
pituus = 300 ± 3 mm, leveys = 25 ± 1 mm.

Muita menetelmiä pinnan ja oikolaudan mittausr reunan välisen korkeuseron mittaamiseen voidaan käyttää, jos voidaan osoittaa, että niillä saavutetaan vaadittu tarkkuus. Oikolauta ja siihen liittyvät mittakiilat tulee merkitä selkeästi tunnistenumerialla. Oikolauta ja mittakiila tulee kalibroida vuosittain ja niillä tulee olla päivitetty todistus standardissa EN 13036-7 esitettyllä tavalla.

Betonikantisen sillan eristysalustan tasaisuusvaatimukset on esitetty InfraRYL osan 3 kohdan 42300 liitteessä 1.

Eristysalustan tasaisuusvaatimuksen alittavat kohdat siltakannella merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 ”Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella”, joka liitetään tutkimusselostukseen.

2.3 Eristysalustan makrokarkeus

Eristysalustan tai betonipinnan karkeudella (karheudella tai sileydellä) tarkoitetaan pinnan pienimuotoista epätasaisuutta. Karkeus mitataan pinnalle levitettyjen pienten lasihelmien avulla. Lasihelmien rakeisuusvaatimus on esitetty menetelmäkuvaussa.

Lasihelmet levitetään ympyrän muotoiseksi alueeksi, jonka keskimääräinen halkaisija mitataan. Kun jaetaan levitetyn lasihelmimateriaalin määrä (tilavuus) peittyneen alueen pinta-alalla, saadaan lukuarvo, joka vastaa lasihelmikerroksen keskimääräistä paksuutta ja samalla pintakarkeuden keskimääräistä syvyyttä.

Pinnan karkeuden mittauksen menetelmäkuvaus PANK-5103 on liitteenä 1.2. Se vastaa sisällöltään eurooppalaista standardia SFS-EN 13036-1. Makrokarkeuden mittaussvälineet on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Eristysalustan pinnan karheuden (karheuden) mittausvälinesarja (Lasi-helmet, lasihelmien mitta-astia, levitystyökalu, metrimitta, tuulen-suojus).

Menetelmäkuvauksen mukaisia mittausvälineitä ja kokeen suorituksessa tarvittavaa lasihelmilajitetta voi olla vaikea saada ostetuksi valmiiksi seulottuna. Lasihelmien hankinnan avuksi on liitteessä 1.7 lisätietoa karheuden mittausvälineistä, lasihelmistä ja lasihelmilajitteen seulonnassa tarvittavasta erikoisseulasta.

Siltojen betonikansien pinnan karkeustietoja on käytetty arvioitaessa betonipinnan ja eristyksen välisiä tartuntaominaisuuksia, betonin tasoitetarvetta, eristysalustan tiivistysaine-, pohjustusaine- tai liimausbitumimenekkiä. Liian karkea pinta lisää vedeneristyksen kuplimisriskiä ja liian sileä pinta heikentää tartuntalujuutta.

Eristysalustan betonipinnan karkeusvaatimukset on esitetty InfraRYL osan 3 kohdassa 42310.2.1 ja vaatimusten mukaiset karkeusmittausten määrät taulukossa 42310:T3, [1].

2.4 Eristysalustan kosteus

2.4.1 Yleistä

Useimmat vedeneristysmateriaalit eivät tartu kunnolla märkään eristysalustaan. Jos uusi eristys ei tartu lujasti alustaansa, se voi irrota myöhemmin siitä kokonaan. Eristyksen irtoaminen lisää sen vuotoriskejä ja mahdollistaa vuotokohdasta eristyksen läpi päässeeseen suolaveden leviämisen laajalle alueelle siltakannella.

Eristysalustan kosteusvaatimukset ovat välillisiä vaatimuksia, jotka vaikuttavat vedeneristyksen käyttöikään (vaurioitumisriskiin) ja eristysurakoitsijan työn lopputuloksen laatuun. Luotettavaa tietoa eristysalustan kosteudesta tarvitsevat sekä työmaan pääurakoitsija, eristysurakoitsija, laadunvalvoja että tilaaja. Urakoitsijalla on tarve varmistaa sekä edellisen kerroksen työnsuorituksen että oman työnsuorituksen laatu ja tilaajalla on tarve pyrkiä rakenteen pitkään käyttöikään.

2.4.2 Eristysalustan kosteusvaatimukset

InfraRYL osan 3 mukaan eristettävän pinnan tulee olla puhdas ja kuiva ennen eristämistä. Kannen betonin kosteus ei saa ylittää InfraRYL:ssä esitettyjä enimmäisarvoja eristystöitä aloitettaessa tai eristystöiden aikana, ellei Liikennevirasto ole erikseen hyväksynyt tuotekohtaisesti eristysalustan korkeampaa enimmäiskosteutta.

Betonisen eristysalustan kosteuspitoisuus saa olla eristystöitä aloitettaessa enintään InfraRYL osan 3 taulukon 42310:T1 mukainen. Kosteusvaatimukset ovat voimassa siltakannen joka kohdassa ja myös kannen korjatuissa kohdissa.

Liikennevirasto voi hyväksyä testitulosten perusteella eristysalustan tiivistysaineen tai nestemäisenä levitettävän eristysaineen asennettavaksi myös kosteammalle alustalle.

2.4.3 Eristysalustan kosteusmittaukset

Betonisen eristysalustan pintakerroksen kosteus määritetään absoluuttisena kosteutena.

Ensin kartoitetaan ainetta rikkomattomalla pintakosteusmittarilla betonikannen kosteuden vaihtelu. Pintakosteusmittauksen perusteella laaditaan siltakannen ”kosteuskartta”, joka voidaan piirtää esim. lomakkeelle 2.1 ”Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella”.

Kosteuskartan avulla valitaan betonin absoluuttisen kosteuden kelpoisuuskokeiden näytteiden ottokohdat. Erityisesti näytteitä otetaan siltakannen kosteimmista kohdista. Tällaisia ovat esim. kohdat, joihin pintavedet valuvat, kuten reunapalkin vierustat ja kourumaiset taitteet sekä kannella mahdollisesti olevat rakenteiden tai rakennustarvikkeiden varjostamat kohdat tai rakennusjätteiden kosteina pitämät kohdat yms.

Kelpoisuuskokeissa tutkittavat betoninäytteiden määrät on esitetty InfraRYL osan 3 taulukossa 42310:T3. Mittauksen määräästä voidaan antaa tarkentavia ohjeita työkohtaisissa urakka-asiakirjoissa. Ainetta rikkovaa mittauksia ei tule tehdä kohdista, joissa esijännitysteräukset nousevat lähelle pintaa.

Betoninäytteiden absoluuttinen kosteus määritetään kuivatus-punnitus-menetelmällä (VTT-2650). Näytteet otetaan betonin pinnasta 30 mm syvyydelle asti irrotetuista betoninäytteistä. Menetelmäkuvaus VTT-2650 on liitteenä 1.3.

2.5 Tiivistys- ja eristystöiden sääolosuhteet

2.5.1 Sääolosuhdevaatimukset

Eristysalustan tiivistystöiden ja vedeneristystöiden aikana seurataan mittauksin seuraavia sääolosuhdetietoja:

- ilman suhteellinen kosteus,
- ilman lämpötila,
- ilman kastepistelämpötila,
- eristysalustan pintalämpötila,

- eristysalustan pintalämpötilan muutoksen suunta eristysalustan tiivistystyön ja tiivistyskerroksen paikkaustyön suoritusaikana sekä tiivistysaineen kovettumisen aikana.

Sääolosuhteiden tulee täyttää InfraRYL osan 3 kohdissa 42310.0 ja 42310.2.1 esitetyt vaatimukset.

Levitetyn tiivistysainekerroksen kovettumisajan pituus riippuu alustan pintalämpötilasta. Tiivistysaineiden tuotekohtaisissa ohjeissa on esitetty materiaalin valmistajan asettamia vaatimuksia tuotteiden levitysolosuhteille ja tietoa tiivistysaineiden kovettumisajoista eri pintalämpötiloissa.

Jos on epävarmaa, onko tiivistysaine kovettunut lämpötilojen vaihdellessa tai kylmissä olosuhteissa, voidaan tiivistysaineen riittävä kovettuminen varmistaa tarvittaessa tartuntavetokokeella. Jos tiivistysainekerros irtaantuu tartuntavetokokeesta betonista murtaen, se on kovettunut riittävästi.

Ennen vedeneristystöiden aloittamista pidetään Liikenneviraston siltatyömailla eristysalustan vastaanottotarkastus, jossa Liikenneviraston, pääurakoitsijan ja eristysurakoitsijan edustajat yhdessä toteavat eristysalustan täyttävän sille asetetut laatuvaatimukset.

2.5.2 Sääolosuhteiden mittaus ja tulosten tallennus

InfraRYL osa 3 edellyttää, että sillan vedeneristystömaalla tulee:

- todeta ennen eristystöiden aloitusta, että sillan betonikansi täyttää sille asetetut enimmäiskosteusvaatimukset ja
- seurata mittauksin siltakannen tiivistys- ja eristystöiden aikana ilman suhteellista kosteutta, ilman lämpötilaa ja ilman kastepistelämpötilaa ja eristysalustan pintalämpötilaa. Eristysolosuhteiden seuraaminen tarkoittaa joko jatkuvatoimista sääolosuhteiden mittaamista tai riittävän lyhyin aikavälein toistuvaa hetkellisten sääolosuhteiden mittaamista ja mittaustulosten dokumentointia. Sääolosuhteiden mittaustulokset tulee tallentaa ja liittää työmaan laatudokumentteihin.

Jotta toistuvilla hetkellisillä mittauksilla saadaan riittävä tieto työn aikana vallitsevista sääolosuhteista, tulee olosuhdemittaukset tehdä ja tulokset tallentaa tiivistys- ja eristystöiden alkaessa ja sen jälkeen asennustöiden aikana 2 tunnin välein tai useammin.

Jos työmaalla on käytössä siirrettävä ja mittaustulokset automaattisesti tallentava sääasema, sitä käyttäen tehdyissä olosuhdemittauksissa säähavaintojen sopiva tallennusaikaväli on 15 min.

Sääolosuhdemittauksiin käytettävien laitteiden mittaustarkkuuden tulee olla riittävä ja käyttäjien tulee osata käyttää laitteita oikein.

Sääolosuhdemittauksiin on tarjolla useita erilaisia vaihtoehtoisia laitteita ja menetelmiä. Urakka-asiakirjoissa voidaan määrätä, millä tavoin urakassa tulee mitata ja dokumentoida sääolosuhteet sääolosuhdeherkkien työvaiheiden aikana.

Yksikertaisimmat laitteet ovat pieniä käsi­käyttöisiä mittalaitteita, joilla voidaan mitata yhtä olosuhdetta tai useampia olosuhdetietoja. Useilla monipuolisilla käsimittareilla voidaan mitata sekä ilman kosteus että ilman lämpötila, määrittää niiden perusteella automaattisesti ilman kastepistelämpötila ja tallentaa mittaustulokset laitteen muistiin.

Kohdassa 5 on esitetty lomakkeet 2.2 ja 2.3, jotka soveltuvat sääolosuhdemittausten tulosten seurantaan ja dokumentointiin, kun mittaustulokset tallennetaan käsityönä eristysalustan tiivistystyön tai vedeneristystyön aikana. Mittaustulokset tulee merkitä kenttälomakkeille selkeästi ja lukukelpoisella tavalla.

Tarjolla on myös työmaakäyttöön soveltuvia siirrettäviä sääasemia, joiden mittaustulokset voidaan tallentaa automaattisesti tietokoneelle tai internetiin työmaan sääolosuhdetietokantaan. Toteutuneet säätiedot ovat internetin kautta tarpeen mukaan kaikkien työmaalla toimivien osapuolten käytettävissä, jos heillä on salasanat työmaan säätietojen nettisivulle. Sääolosuhteiden mittaustuloksia ja olosuhteiden muutoksia tulee voida seurata työsuorituksen aikana myös näyttölaitteesta työkohteessa (esim. siltakannella), kuva 4.



Kuva 4. Siirrettävän sääaseman jatkuvasti päivittyvä säähavaintotulosten näyttölaite.

Sääaseman paikallista säätietoa voidaan hyödyntää esim. rakenteiden kuivumisen seurannassa, eri urakoitsijoiden oman työn ohjauksessa ja eri työvaiheiden laadunvalvonnassa. Erityisesti suuremmilla työmailla pääurakoitsija olisi luontevin osapuoli hoitamaan paikallisten sääolosuhteiden seurannan sääaseman avulla.

2.5.3 Sääsuojan käytön ohjaus olosuhdemittausten avulla

Siltakannen eristys- ja tiivistystyöt on tehtävä sääsuojan sisällä. Sääsuoja ja sen rakenne sekä käyttötapa vaikuttavat olennaisesti eristystyön aikaisiin sääolosuhteisiin. Tarkoituksenmukainen sääsuoja estää sadevesien pääsyn eristettävälle pinnalle ja sen avulla voidaan vähentää merkittävästi ilmasta tiivistyvän veden aiheuttamia kosteushaittoja eristystyölle. Sääsuoja muuttaa tuulen ja auringonsäteilyn vaikutuksia suojan sisällä olevien betonirakenteiden kuivumiseen, ilman kosteuteen ja lämpötilaan.

Kun sääsuojaa käytetään eristysalustan kuivattamiseen, tavoitteena on rakennekosteuden mahdollisimman tehokas ja hallittu poistaminen ja eristettävän pinnan suojaaminen sateelta. Sääsuojan sisällä tulee järjestää betonin kuivumiselle ja kuivana pysymiselle mahdollisimman hyvät olosuhteet. Sääsuojan sisäilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja ilmanvaihto vaikuttavat oleellisesti kosteuden poistumiseen betonikannesta ja edelleen sääsuojan sisältä.

Betonisen eristysalustan kuivatuksen kannalta soveltuva sääsuojan sisäilman lämpötilan ohjeellinen arvo on vähintään +20 °C ja sisäilman suhteellinen kosteus noin 50 % RH. Ulkoisista olosuhteista johtuen näitä arvoja ei aina saavuteta ja tällöin betonin kuivuminen hidastuu. Kuivumista voidaan nopeuttaa, jos sääsuojan sisäilman lämpötila nostetaan korkeammaksi, mutta samalla työskentelyolosuhteet sääsuojan sisällä heikkenevät.

Ilman lämpötilaa ja kosteutta on suositeltavaa mitata sääsuojan sisällä ja ulkopuolella jatkuvalla olosuhdemittauksella (esim. siirrettävän sääaseman avulla), jotta sääsuojan sisäilman olosuhteet voidaan säätää hallitusti mahdollisimman lähelle eristysalustan kuivumisen kannalta optimaalista tavoitetasoa. Sääsuojan eri kohdissa vallitsevien olosuhteiden tasalaatuisuus valvotaan myös olosuhdemittausten avulla.

Sisäilman kosteutta säädetään sääsuojan rakenteiden, tuuletuksen ja tarvittaessa lämmityksen avulla. Tuuletuksella hoidetaan myös rakenteista poistuvan kosteuden kulkeutuminen ulos sääsuojahallista ilman, että vettä tiivistyy kylmempien rakenteiden pinnoille. Hallin lämmityskustannuksia sekä ilman kosteuden tiivistymistä hallin suojapeitteiden sisäpintoihin ja kantaviin rakenteisiin voidaan tarvittaessa vähentää esim. varustamalla sääsuoja kaksinkertaisella suojapeiterakenteella.

2.6 Tiivistyksen ja eristyksen tartunta alustaan

2.6.1 Yleistä

Eristysalustan tiivistyksen tulee tarttua hyvin sillan betonikanteen. Siltakannen vedeneristyksen tulee tarttua hyvin alustaansa, joka voi olla joko epoksilla tai muulla materiaaalilla tiivistetty betonipinta tai kannen betoni-, teräs- tai puupinta.

Vedeneristyksen tulee olla vesitiivis ja kestää vuotamatta vallitsevat ilmasto-olosuhteet, vedenpaineen ja liikenteen aiheuttamat rasitukset sekä lämpötilasta ja kutistumasta aiheutuvat rakenteiden muodonmuutokset.

Betonisen eristysalustan tiivistys vähentää vedeneristyksen kuplimisriskiä. Jos vedeneristys on tarttunut hyvin alustansa, jäävät yksittäisen eristysvauriokohdan haitat alla olevalle rakenteelle paikallisiksi. Alustasta irti olevan eristyksen alla suolavesi pääsee leviämään mahdollisesta vuotokohdasta laajalle alueelle ja voi johtaa laaja-alaisiin betonin tai sen raudoituksen vaurioihin.

Yleensä vedeneristyksen ja sen alustan välille pyritään saamaan aikaan hyvä tartuntalujuus. Tällaisia eristysrakenteita, joissa pyritään hyvään tartuntaan, ovat esim. kauttaaltaan alustaan kiinnitetty kermieristys tai nestemäisenä levitettävä eristys. Mastiksieristuksen ja alustan väliselle tartunnalle ei ole asetettu lujuusvaatimuksia.

Ennakoon laboratoriossa tehdyissä eristysmateriaalien hyväksyntätesteissä tartuntaominaisuudet ovat tärkeitä materiaalien laatuominaisuuksia. Tartuntalujuuden mittaustyömaalla on tästä syystä yksinkertainen keino selvittää työmaaolosuhteissa eristystyön laatua.

Jos vedeneristys on uutena heikosti tarttunut alustansa, irtoaa se myöhemmin käyttöolosuhteissa helpommin kuin alun perin lujasti kiinni ollut eristys.

2.6.2 Tartuntavetolaitteet

Tartuntavetolaite valitaan niiden olosuhteiden ja voimanmittausalueiden mukaan, joissa laitetta tullaan käyttämään. Olosuhdetekijöitä ovat ensisijaisesti pinta- ja pinnoitetyypit, joiden tartuntavetolujuutta halutaan tutkia. On otettava huomioon myös, tarvitseeko mittauksia tehdä samalla laitteella pystypinnoilta. Laitteen voimanmittausalueen tulee kattaa sopivasti tutkittaville materiaaleille ominaiset tartuntalujuusalueet. Laitteen maksimivetokyvyn tulee ylittää tutkittavan eristyksen suurin tartuntavoima käytännön mittausolosuhteissa.

Toisaalta tarpeettoman suuren maksimivetokyvyn omaavilla laitteilla mittaustarkkuus heikkenee pienillä tartuntavoimilla. On huomattava, että menetelmäkuvaukset säätelevät pinnoitemateriaalikohtaisesti käytettävän vetolaikan minimikoon, jota pienempää vetolaikkaa ei saa käyttää.

Vetokokeen aikana lisätään laitteen vetovoimaa vakionopeudella. Tämä kuormituksen lisäysnopeus vaikuttaa mittaustulokseen ja siksi sen on oltava menetelmäkuvauksen mukainen. Monipuolisimmissa laitteissa tämä nopeus on valittavissa. Voiman tulee kasvaa tasaisesti (nykäyksittä). Jos laitteella ei voida käyttää menetelmäkuvauksen mukaista kuormituksen lisäysnopeutta, se ei kelpaa eristyksen tartunnan kelpoisuuskokeisiin, koska tartuntalujuudelle asetettu laatuvaatimus on sidoksissa määrättyyn nopeuteen.

Tartuntavetolaitteen varusteineen tulee soveltua mittaustarkoitukseen, riittävän tarkka ja sen käyttäjän tulee olla hyvin perehtynyt mittausten tekemiseen ja ko. laitteella tehtävien mittausten tekemiseen.

Tartuntavetolaitteelta vaadittava tarkkuus riippuu mittauksen tarkoituksesta. Kelpoisuuskokeissa vaaditaan vähintään $\pm 2\%$:n mittaustarkkuus laskettuna laitteen osoittamasta lukemasta. Parhaille laitteille valmistajat lupaavat $\pm 1\%$:n tarkkuuden. Suurempi tarkkuus antaa luotettavamman tuloksen. Se pienentää myös tulosten hajontaa ja helpottaa siten käytännössä mittausten tekemistä, kun turhilta lisämittauksilta vältytään.

Pitemmällä aikavälillä on vetolaitteen valmistajan ilmoittaman mittaustarkkuuden edellytyksenä laitteen säännöllinen kalibrointi. Kalibroinnin yhteydessä laitteen osoittamia tuloksia eri voimilla verrataan erityisen tarkkuuslaitteen lukemaan. Jos laitteen lukema poikkeaa todellisesta enemmän kuin laitteen valmistajan ilmoittama tarkkuus lupaa, tulee laite säätää näyttämään oikeaa lukemaa. Jos laitteen säätö ole mahdollista, laaditaan näiden tarkastusmittausten perusteella korjauskäyrä, jonka avulla työmaalla mitattu lukema voidaan korjata oikeaksi.

Laitetta, jota ei ole säännöllisesti tarkastettu ja kalibroitu, ei tule käyttää valmiin eristyksen kelpoisuuden arvosteluun.

Jos laite on helppokäyttöinen, sitä osataan todennäköisemmin käyttää oikein. Helppokäyttöiselle laitteelle on ominaista vähäinen huollon tarve, toimintavarmuus, yksinkertainen käyttötekniikka ja selkeästi luettavat tulokset. Laitteella tulee olla tai sille tulee laatia suomenkielinen käyttöohje.

Esimerkki monipuolisesta tartuntavetolaitteesta on kuvassa 5.



Kuva 5. Tartuntavetolaite Easy-M, akku, vetolaikkoja ja kermieristyksen reunojen leikkausohjaimia.

2.6.3 Tartuntavetokoe

2.6.3.1 Tartuntavetokohtien valinta

Koska tartuntalujuusvaatimus on voimassa siltakannen joka kohdassa, pyritään tartuntavetokokeita tekemään erityisesti tutkittavan alueen kohdista, joiden voidaan arvioida poikkeavan muista kohdista tai laatuvaatimuksista silmämääräisen tarkastelun tai muiden havaintojen perusteella.

- Tartuntalujuuden suuruuteen vaikuttavat eristysolosuhteet ja eristystyömenetelmä. Jos osalla siltakantaa eristysolosuhteet tai liimausbitumin lämpötilat eivät ole täyttäneet eristysalustalle asetettavia vaatimuksia, on tällä alueella mahdollisesti odotettavissa tartuntaongelmia.
- Viitteitä työn laadusta ja eristyksen tartunnasta voivat antaa myös tiedot ja havainnot eristysalustan laatupuutteista, betonialustan kosteuseroista, eristystyön tekijän materiaalin käsittelystä, työn suorituksesta ja valmiista eristyksestä.
- Kermieristyksen tai nestemäisenä levitetyn eristyksen täysin irti tai heikosti kiinni olevat kohdat voivat näkyä aurinkoisella säällä pullistuneina kohoutumina.
- Kermieristyksen saumojen tiiviys tarkastetaan silmämääräisesti: kermien liimityskohdista tulisi näkyä hieman ulos pursunutta kumibitumia.
- Kermieristyksen pinnan värierot saattavat viitata eristystyön paikallisiin laatuvaihteluihin.
- Eristyskerroksen irti olevia kohtia voidaan paikallistaa koputtelemalla eristyksen pintaa esim. puu- tai metallitangolla. Täysin irti olevan kohdan erottaa koputusäänen perusteella.

2.6.4 Tartuntavetokokeen suoritus

Aluskermin ja eristysalustan välinen tartuntalujuus tutkitaan tartuntavetokokeella. Vedeneristyksen ja epoksitiivistyksen tartuntalujuuskokeiden menetelmäkuvaus on liitteenä 1.4.

Eristystöiden kelpoisuuden osoittamiseksi tehtävien tartuntavetokokeiden määrät on esitetty InfraRYL osan 3 taulukossa 42310:T3.

Tartuntalujuuden mittaukset tulee tehdä välillä +5...+25 °C olevissa eristysalustan pintalämpötiloissa. Eristysalustan pintalämpötila tartuntavetokokeen aikana voidaan mitata esim. vedeneristykseen tehdyn reiän kohdalta siten, että termoelementtilämpömittarin mittauslanka työnnetään heti tartuntakokeen jälkeen reiän reunasta eristyksen ja betonialustan väliin.

2.6.5 Tartuntavetokokeen tulokset

Epoksitiivistyksen, kermieristyksen ja nestemäisenä levitetyn eristyksen tartuntalujuusvaatimukset on esitetty InfraRYL osan 3 kohdassa 42310.3.

Tartuntavetokokeen tuloksena ilmoitetaan tartuntavetolujuus, eristysalustan pintalämpötila mittauskohdassa ja tartunnan irtoamispinnan kuvaus.

2.6.6 Mittaustulosten tarkastelu

Epoksitiivistyksen tai vedeneristyksen olennaisesti tavanomaista heikompi tartunta eristysalustaan on merkki siitä, että eristystyössä tai eristysmateriaaleissa on todennäköisesti jotain vialla. Huonon tartuntalujuuden toteamisen jälkeen joudutaan aina selvittämään lisäksi huonon tartunnan aiheuttaneet todennäköiset syyt ja heikosti tarttuneen alueen laajuus.

Tartuntalujuusmittausten yhteydessä on aina otettava huomioon, mistä rajapinnasta tai kerroksesta rakenne murtuu tartuntavetokokeessa. Vain silloin, kun tartunta irtoaa tutkittavasta rajapinnasta eristyksen alapintaa pitkin, on kyseessä puhdas tartuntamurtuma. Toisinaan irtoamispinta voi olla kokonaan tai osittain betonin tai eristyskerroksen sisällä, jolloin tuloksen on ratkaissut murtuneen aineen sisäinen vetolujuus eikä tartunta alustaan.

Eristyksen tai tiivistyksen tartuntalujuus saattaa alittaa vaatimuksen mm. seuraavista syistä:

- eristysalusta on ollut liian märkä tai liian kylmä eristys- tai tiivistystyön aikana,
- jälkihoitoainetta ei ole poistettu hiekkapuhalluksella tai muulla riittävän tehokkaalla menetelmällä,
- tartuntasiveliimä ei ollut riittävän kuiva eristystyön aikana,
- materiaaliolosuhteet,
- työvirhe (esim. liimausbitumin ylikuumennus tai jäähtyminen ennen levitystä).

Tartunta voi irrota kokonaan tai osittain seuraavilla tavoilla:

- eristyksen ja eristysalustan välisestä rajapinnasta,
- eristyksen alla olevaa betonia murtaen,
- eristyksen ja vetolaikan välisestä liimasaumasta.

Jos irtoamispinta koostuu osittain kahdesta tai useammasta eri tartunnan irtoamistavasta, ilmoitetaan kunkin irtoamistavan osuus vetonapin pinta-alasta (esim. 75 % eristyksen ja alustan rajapinnasta, 25 % betonia murtaen).

Jos tartunta irtoaa kokonaan tai osittain vetolaikan ja eristyksen välisestä liimasaumasta tai betonia murtaen ja tartuntavetolujuus tulos on alle koesarjan muiden näytteiden keskiarvon, ei tätä tulosta oteta huomioon tartuntavetolujuuksien keskiarvon laskennassa.

Jos tartunta irtoaa kokonaan tai osittain liimasaumasta tai betonia murtaen ja jos tartuntavetolujuus lisäksi ylittää koesarjan muiden näytteiden tulosten keskiarvon, tämä tulos otetaan huomioon tartuntavetolujuuksien keskiarvon laskennassa ja keskiarvotuloksen eteen lisätään ”suurempi kuin”-merkki.

2.7 Eristysalustan tiivistyksen vesitiiviys

2.7.1 Yleistä

Eristysalustan tiivistyksellä tarkoitetaan betonisen eristysalustan pinnalle kahdella käsittelykerralla levitettävää epoksikerrosta tai muuta Liikenneviraston vaatimukset täyttävää eristysalustan tiivistysainetta, jonka tarkoitus on tiivistää betonipinta vesitiiviiksi ennen varsinaisen vedeneristyksen asentamista. Oikein tehdyn ja laatuvaatimukset täyttävän eristysalustan tiivistyksen on todettu olevan paras keino poistaa vedeneristyksen kuplimisongelmat. Jollei tiivistys ole vedenpitävä, se ei toimi suunnitellulla tavalla kuplimisen estämiseksi. Kovettuneen tiivistyskerroksen vesitiiviys todetaan eristysvastusmittauksella.

2.7.2 Vesitiiviyden mittaus

Eristysalustan tiivistyksen vesitiiveys voidaan tutkia joko:

- Matalajännitemenetelmällä (VTT 2654-2001), menetelmäkuvaus liitteessä 1.5 tai
- Korkeajännitemenetelmällä ("kipinäharavamenetelmä" VTT-S-05050-09-2013), menetelmäkuvaus liitteessä 1.6.

Molemmilla menetelmillä mitataan tiivistyskerroksen sähköneristyskyky. Sähköneristyskyky on heikompi kohdissa, joissa tiivistysainekerros on ohut, huokoinen tai erityisesti, jos siinä on (neulamaisia) reikiä.

Matalajännitemenetelmällä (VTT 2654-2001) vesitiivyyden mittaus tehdään 500 V jännitteellä. Suhteellisen alhaisen jännitteen etu on, että se on turvallisempi käyttäjälleen eikä se vaurioita pinnoitetta mittausreikiä lukuun ottamatta. Haittapuolena on mittausten pistekohtaisuus.

Mittaustuloksena saadun eristysvastuksen suuruusluokka kertoo, onko tiivistysainekerros vesitiivis. Valmis, kauttaaltaan kovettunut tiivistyskerros on riittävän tiivis, jos matalajännitemenetelmässä eristysvastus on vähintään 500 MΩ. Tiivistyskerroksen eristysvastuksen mittaustuloksia kannattaa verrata pelkän betonin eristysvastukseen. Vertailuarvoja voidaan mitata esim. betonisesta reunapalkista. Tällöin molemmilla elektrodeilla kosketetaan betonia. Jos mittauspisteiden väli on noin 30 cm, pelkän betonin sähkövastuksen tyypilliset arvot ovat alle 60 kΩ (eli 0,06 MΩ). Tämä on alle kymmenestuhannesosa tiiviin epoksikerroksen päältä mitatusta tyypillisestä arvosta.

Korkeajännitemenetelmässä ("kipinäharavamenetelmä" VTT-S-05050-09-2013) haetaan mittauslaitteen jännitettä säätämällä kohdat, joissa jännite riittää läpäisemään pinnoitteen. Tämä ns. läpilyöntijännite riippuu pinnoitemateriaalista, pinnoitteen paksuudesta, huokoisuudesta, eheydestä, pinnoitteen huokosissa olevasta kosteudesta ja lämpötilan muutoksen suunnasta (aleneva/nouseva) mittaushetkellä. Menetelmän etuna on, että sillä saadaan kattava kuva koko siltakannesta. Menetelmän riski on, että liian korkean jännitteen käyttö voi vaurioittaa pinnoitetta. Korkea jännite sisältää turvallisuusriskejä käyttäjälleen ja mittauksessa syntyvät kipinät voivat aiheuttaa paloturvallisuusriskejä.

Korkeajännitemenetelmän menetelmäkuvauksessa esitetään kaksi vaihtoehtoista tapaa valita tutkittavalla sillalla käytettävä mittausjännite. Menetelmäkuvauksessa esitetään myös koemenettelyn sisältö, tiivistysainekerroksen (esim. epoksin) reikien ja vauriokohtien paikkaustapa sekä vesitiiviiden arvostelu tulosten perusteella.

2.8 Nestemäisenä levitettävän eristyksen optimitiheys, vesitiiviys ja paksuus

Nestemäisenä levitettävän eristyksen optimitiheys määritetään InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.4 mukaisesti tuotekohtaisesti etukäteen ennen materiaalin hyväksyntää tehtävien testien yhteydessä.

Työmaalla nestemäisenä levitetyn eristyksen tiheys tutkitaan aina työvuoron alkaessa koelevityksen yhteydessä (InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.4 ohjeiden mukaan). Työmaalla mitattu eristyksen koepalan tiheys ei saa alittaa optimitiheyttä yli 3 %.

Työn suoritusaikana suoritettavilla paksuudenmittauksilla urakoitsija ohjaa eristyksen levitystyötä (materiaalin levitysmenekkiä):

- hitaasti kovettuvan, sitoutumattoman nestemäisenä levitetyn eristyksen paksuutta mitataan kammatulkilla siltakannen eri kohdista levitystyön etenemistä seuraten.
- Nopeasti kovettuvasta nestemäisenä levitetyn eristyksestä leikataan heti kovettumisen jälkeen näytepaloja, joista mitataan kerrospaksuus esim. työntö-tulkilla.

Levitystyön jälkeen valmiin nestemäisenä levitetyn eristyksen vesitiiviys ja kerrospaksuus tutkitaan korkeajännitemenetelmän avulla (kipinäharavalla). Korkeajännitemenetelmässä käytettävä nestemäisenä levitetyn eristyksen mittausjännite valitaan siltakohtaisesti samalla tavoin kuin epoksitiivistyksen mittausjännite (vrt. menetelmäkuvauksen liite 1.6).

Koko siltakannelta kartoitetaan alueet, joilla läpilyöntijännite on alhaisempi kuin mittausjännite. Näiltä kohdilta irrotetaan näytepaloja ja mitataan niiden paksuudet työntö-tulkilla. Paksuudenmittaustuloksia verrataan InfraRYL:in mukaiseen nestemäisenä levitetyn eristyksen yksittäisen näytteen minimipaksuusvaatimukseen

2.9 Tiivistys- ja eristyskerroksen reikien paikkaus

Laatumittausten perusteella voidaan todeta ja paikallistaa tiivistysaine- tai vedeneristyskerroksessa olevia reikiä tai liian ohuita kohtia (esim. epoksikerroksen neula-maisten reikien tai puolipallon muotoisten ”kraatterien” kohdilla).

Kun vedeneristystömaalla tehdään laatumittauksia ainetta rikkovilla menetelmiä, joudutaan epoksitiivistys- ja vedeneristyskerrokseen tekemään reikiä. Esim. tartunta-vetolujuuskokeiden ja paksuusmittausten yhteydessä irrotetaan näytepaloja, vesitiivyskokeissa tehdään reikiä maadoituselektrodille (matalajännitemenetelmä) ja kipinäharavakokeissa liian korkea jännite voi vaurioittaa epoksikerrosta.

Kun epoksitiivistykseen tai eristyskerrokseen tehdään mittausreikiä tai kun reikäkoh-
tia havaitaan mittausten tai tarkastusten perusteella, reiät on merkittävä näkyvällä
tavalla esim. tussilla tai liidulla. Reiät tulee paikata mahdollisimman pian.

Epoksitiivistyksen tai vedeneristyksen reikien paikkaustyössä tulee ottaa huomioon
mm. seuraavat seikat:

- paikkaustyön aikana paikattavan kohdan (reikä ja sen ympäristö) tulee olla puhdas ja kuiva,
- sileät kohdat epoksissa tai nestemäisessä eristyksessä olevan reiän ympärillä karhennetaan paikkausmateriaalin tartunnan parantamiseksi,
- paikkaustyön aikana sääolosuhteiden tulee täyttää InfraRYL osan 3 eristys-
työmaan sääolosuhteille asetetut olosuhdevaatimukset. (Huom. epoksin reiän
paikkaustyön ja paikkausepoksin kovettumisen aikana tulee siltakannen läm-
pötilan muutoksen olla laskusuunnassa),
- paikkausaineen ja paikattavan kerroksen materiaalien tulee olla keskenään
yhteensopivia,
- paikkausaineella on sama kuumuudenkestävyysvaatimus kuin paikattavalla
kerroksella,
- tiivistyskerroksen reiät paikataan samalla materiaalilla, jolla sillan tiivistys-
kerros oli tehty,
- nestemäisenä levitetyn eristyksen reiät paikataan eristysmateriaalin kanssa
yhteensopivalla paikkausaineella.

3 Menetelmäkuvaukset

Menetelmäkuvaukset ovat liitteessä 1.

- Liite 1.1 Jälkihoitojäämien toteaminen betonin pinnasta. VTT TEST 375-93
- Liite 1.2 Pinnan makrokarkeus. Lasihelmimenetelmä. PANK-5103
- Liite 1.3 Betonin absoluuttisen kosteuden mittaus. Kuivatus-punnitus-menetelmä, VTT 2650
- Liite 1.4 Eristyksen ja eristysalustan välisen tartuntalujuuden mittaustyömaalla. Tartuntavetokoe. VTT 2651
- Liite 1.5 Tiivistysepoxsin vesitiiviiden mittaus. Matalajännitemenetelmä. VTT 2654
- Liite 1.6 Tiivistysepoxsin tai nestemäisenä levitetyn eristyksen vesitiiviiden mittaus. Korkeajännitemenetelmä. VTT-S-05050-09-2013.
- Liite 1.7 Tarvikkeet pinnan karkeuden mittausmenetelmään.

SFS-EN standardeina julkaistuja menetelmäkuvauksia (esim. SFS-EN 13036-7 Tasaisuus oikolautamenetelmällä) ei ole kopioitu tähän ohjeeseen.

4 Kenttämittauslomakkeet

Kenttämittauslomakkeet ovat liitteessä 2 ja sähköiset excel-muodossa olevat lomakepohjat ovat kopioitavissa nimen alla olevasta linkistä.

- | | |
|-------------|---|
| Lomake 2.1 | Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.1_web.xls |
| Lomake 2.2. | Eristysalustan tiivistystyön olosuhdepöytäkirja
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.2_web.xls |
| Lomake 2.3 | Vedeneristystyön olosuhdepöytäkirja
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.3_web.xls |
| Lomake 2.4 | Pinnan karkeuden mittaaminen. Lasihelmimenetelmä
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.4_web.xls |
| Lomake 2.5 | Tartuntavetokoe
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.5_web.xls |
| Lomake 2.6 | Epoksitiivistyksen tai nestemäisenä levitetyn eristyksen vesitiiviys. Korkeajännitemenetelmä
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.6_web.xls |
| Lomake 2.7 | Epoksitiivistyksen vesitiiviys. Matalajännitemenetelmä.
http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2015-26_lomake2.7_web.xls |

Kirjallisuusviitteet

1. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset - Infra RYL, Osa 3 Sillat ja rakennustekniset osat ja asiakirjaan tehdyt päivitykset. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy.
2. SILKO-ohjeet, Liikennevirasto, SILKO-kansio tai verkkojulkaisu internet-osoitteessa: www.liikennevirasto.fi.
3. Siltojen vedeneristysten SILKO-tuotevaatimukset. Liikenneviraston ohje.
4. Standardi SFS-EN 13036-7. Päällysteen pintakerrosten yksittäisen tasaisuuden mittaus. Oikolautamenetelmä.
5. Menetelmäkuvaus PANK-5102, Päällysteen tasaisuus, Oikolauta.



VTT-TEST 375-93

MENETELMÄ JÄLKIHOITOAINELAJÄMIEN TOTEAMISEKSI BETONIN PINNASTA

1. MENETELMÄN TARKOITUS

Menetelmän tarkoituksena on todeta, onko betonin pinnalle jäänyt jälkihoitoainetta, kun se on poistettu hiekkapuhalluksella tai korkeapainepesulla.

2. MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu käytettäväksi, kun jälkihoitoaine on vahapohjainen.

3. LAITTEET JA TARVIKKEET

- Pehmeä maalisivellin
- Peitevärinappi, jonka väri poikkeaa selvästi betonin väristä, esim. punainen (peite-vesivärinappeja myyvät askartelutarvikekaupat)
- Suurennuslasi
- Taskulamppu tai muu kohdevalaisin, ellei yleisvalaistus ole riittävä
- Kuiva, puhdas ja imukykyinen kangas tai vastaava
- Astia
- Vettä.

4. MENETELMÄN PERIAATE

Tutkittavalle betonipinnalle imeytetään vesiväriliuosta. Alueet, joista jälkihoitoaine on poistettu, värjäytyvät vesivärin väriseksi. Alueet, joiden pinnassa on jälkihoitoainetta, jäävät värjäytymättä.

5. MENETTELY

Tutkimus tehdään kuivalle betonipinnalle, josta on poistettu jälkihoitoaine. Peiteväristä valmistetaan vesiväriliuos. Sivellin kastellaan vesiväriliuokseen. Sivellin jätetään märäksi siten, ettei siitä kuitenkaan valu liuosta. Vesiväriliuosta sivellään tutkittavalle alueelle. Alue, jolle liuosta on levitetty, pyyhitään välittömästi kuivalla kankaalla ennen kuin vesiväriliuos ehtii kuivua. Mikäli vesiväriliuos kuivuu ennen kankaalla pyyhkimistä, vesiväriä jää myös jälkihoitoaineen pinnalle, jolloin alueet, joilta jälkihoitoaine on poistettu, eivät erotu alueista, joille on jäänyt jälkihoitoainetta.

Vesivärillä värjätty alue tutkitaan silmämääräisesti ja suurennuslasin avulla. Alueissa, jotka ovat värjäytyneet vesivärin värisiksi, ei ole jälkihoitoainetta. Värjäytymättömien alueiden pinnassa on jälkihoitoainetta.

6. TULOSTEN RAPORTOINTI

Raportissa ilmoitetaan seuraavat tiedot:

- tutkittu kohde
- käytetty jälkihoitoaine
- jälkihoitoaineen poistomenetelmä
- tutkittujen alueiden sijainti rakenteessa
- tutkittujen alueiden pinta-ala
- tutkimuksen tekijä
- tutkimusajankohta.

Jälkihoitojäämien mittauskohdat merkitään tasopiirrookseen kohdan 5 lomakkeelle 2.1 ”Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella”, joka liitetään tutkimusraporttiin.

PANK-5103

PANK

PÄÄLLYSTEALAN NEUVOTTELUKUNTA

**PÄÄLLYSTEEN PINTAOMINAISUUDET
MAKROKARKEUS,
LASIHELMIMENETELMÄ**Hyväksytty:
Korvaa menetelmän:30.01.1997
TIE 484

1. MENETELMÄN TARKOITUS JA SOVELTAMISALUE

Menetelmän avulla tutkitaan asfaltti- tai betonipäällysteen pinnan tai muun niiden kaltaisen pinnan makrokarkeus. Menetelmä soveltuu monille pintatyypeille sekä tiellä että laboratoriossa tehtävissä mittauksissa.

Menetelmä ei mittaa pinnan muotoa, pintarakeiden kokoa ja jakaumaa. Menetelmää ei suositella pinnoille, joiden makrokarkeuden syvyys jää alle 0,25 mm tai ylittää 5 mm eikä huokoisille tai syväuurteisille pinnoille.

2. VIITTEET

Measurement of pavement surface macrotexture depth using a volumetric technique, SFS-EN 13036-1.

Measurement of pavement surface macrotexture depth using a volumetric patch technique, ISO 10844:1994, Annex A.

3. MÄÄRITELMÄT

Makrokarkeus on pinnan epätasaisuutta, jonka aallonpituus on välillä 0,5 - 50 mm. Lasihelmimenetelmällä mitattu makrokarkeus ilmoitetaan pinnan karkeuden keskimääräisenä syvyytenä.

4. KOEMENETELMÄ

4.1 Periaate

Menetelmä perustuu tunnetun lasihelmimäärän levittämiseen tutkittavalle pinnalle mahdollisimman laajalle, ympyrän muotoiselle alueelle. Lasihelmillä peitetyn alueen keskimääräinen halkaisija mitataan ja levitetty lasihelmimäärä jaetaan peitetyn alueen pinta-alalla, jolloin saadaan arvo, joka edustaa lasihelmikerroksen keskimääräistä paksuutta ja samalla pintakarkeuden keskimääräistä syvyyttä.

4.2 Laitteet ja tarvikkeet

- Lasihelmiä. Lasihelmistä vähintään 90 massa-% läpäisee ISO 565 mukaisen 0,25 mm verkkoseulan ja jää kaikki 0,18 mm seulalle.
- Mitta-astia. Mitta-astia on metallilieriö, jonka tilavuus reunoja myöten täytettynä on tasan 25 ml. Pinnan karkeuden mukaan voidaan valita muukin mitta-astiakoko, mutta olennaista on, että se täytetään ja tasataan reunoja

- myöten, joten vajaaksi jääviä ylisuuria astioita ei tule käyttää. (Sopiva mitta-astian pohjan sisäläpimitta on esim. 20 - 25 mm, kun tilavuus on 25 ml).
- c) Levitystyökalu. Pyöreä (D = 60...75 mm), tasapohjainen noin 25 mm paksu kiekkomainen työkalu, jonka alapinnassa on kova kumipinta ja yläpinnassa kädensija. Levitystyökalu voidaan valmistaa myös kovakumisesta jääkiekosta.
 - d) Harjat. Jäykkä teräsharja ja pehmeä jouhiharja.
 - e) Tuulensuojus. Tuulensuojuksella tulee voida estää lasihelmien kulkeutuminen ilmavirtausten mukaan. Se voidaan valmistaa esim. liittämällä muotivanerin paloja toisiinsa saranoilla.
 - f) Metrimitta. Viivoitin, pituus vähintään 300 mm, asteikko 1 mm välein.
 - g) Vaaka tarvittaessa (kapasiteetti 500 g, tarkkuus 0,1 g).

4.3 Mittauskohdat

Mitattava pinta tarkastetaan huolellisesti ja mittauskohdaksi valitaan kuiva, tasa-laatuinen alue ilman yksittäisiä paikallisia eroja kuten halkeamia tai saumoja. Mittauskohdan pinta puhdistetaan huolellisesti pölystä, roskista ja irrallisista pintakiviainesrakeista ensin teräsharjalla ja sen jälkeen pehmeällä jouhiharjalla. Mittauskohdan suojaksi asetetaan tämän jälkeen tuulensuojus, jos mittauskohta on alttiina tuulelle tai liikenteen aiheuttamille ilmavirtauksille.

4.4 Kokeen suoritus

Menetelmäkuvauksen mukainen mitta-astia täytetään kuivilla lasihelmillä ja astian pohjaa napautetaan kevyesti useita kertoja (esim. 3 kertaa) kovaa alustaa vasten. Sen jälkeen lasihelmiä lisätään, kunnes astia on täynnä. Lasihelmien yläpinta tasataan lieriön yläreunan tasalle viivoittimen särmällä. Jos käytettävissä on laboratoriovaaka, lieriön täyttävän lasihelmiannoksen massa voidaan punnita ja käyttää saman painoista lasihelmiannosta kaikissa mittauksissa.

Mitattu lasihelmimäärä kaadetaan puhdistetulle koealueelle kasaan ja levitetään levitystyökalulla pitäen kumipintaa alaspäin. Levitystyökalua kuljetetaan kasvavaa ympyränmuotoista rataa pitkin siirtäen lasihelmiä tasaisesti ympyrän muotoiselle alueelle siten, että lasihelmet täyttävät täysin pinnan kiviaineksen rakeiden väliin jäävät kolot ja lasihelmikerroksen yläpinta tulee samaan korkeustasoon päälystepinnan rakeiden huippujen kanssa. Levitystyökalua painetaan kädellä alustaa vasten vain sen verran, että levitin koskettaa pintakiviaineksen osasten huippuja ja materiaali levittyy kunnolla.

Lasihelmillä peittyneen ympyrän halkaisija mitataan tasavälein vähintään neljästä kohdasta. Tuloksista lasketaan halkaisijan keskiarvo.

4.5 Mittausten lukumäärä

Saman testaajan tulee mitata kohteen makrokarkeus vähintään neljässä satunnaisesti valitussa mittauskohdassa. Suurissa kohteissa mittausten määrää lisätään. Yksittäisten karkeusmittaustulosten aritmeettinen keskiarvo on testattavan tienpinnan pintakarkeuden (makrokarkeuden) keskiarvo.

4.6 Tulosten esittäminen

Mittalieriön sisätilavuus lasketaan kaavan 1 mukaan:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} \quad (1)$$

jossa V = mittalieriön sisätilavuus, [mm³]
 d = mittalieriön sisähalkaisija, [mm]
 h = mittalieriön sisäkorkeus, [mm].

Pinnan makrokarkeus lasketaan kaavan 2 mukaan:

$$\text{Makrokarkeus [mm]} = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2} \quad (2)$$

jossa V = lasihelmimäärä (= lieriön tilavuus), [mm³]
 D = peitetyn alueen halkaisijan keskiarvo, [mm].

Kun mittalieriön tilavuus on 25 ml, voidaan makrokarkeus laskea yksinkertaisemmin kaavalla 3:

$$\text{Makrokarkeus [mm]} = \frac{31830}{D^2} \quad (3)$$

jossa D = peitetyn alueen halkaisijan keskiarvo, [mm].

4.7 Turvallisuusnäkökohtia

Makrokarkeuden mittaus voi aiheuttaa vaaratilanteita vilkkaasti liikennöityjä tienpintoja mitattaessa. Menetelmä ei pyri käsittelemään kaikkia sen soveltamiseen liittyviä turvallisuuskysymyksiä. Menetelmän käyttäjä on vastuussa asianmukaisen turvallisuusjärjestelyjen noudattamisesta mittauksen aikana.

4.8 Menetelmän tarkkuus

Laboratorio-olosuhteissa on suoritettu valvottuja testejä pinnoille, joiden makrokarkeuden syvyys on vaihdellut 0,5 mm:stä 1,2 mm:iin.

Saman testaajan samaan pintaan kohdistuvien toistuvien mittausten keskihajonta voi olla parhaimmillaan 1 % keskimääräisestä makrokarkeudesta. Eri testaajien samaan pintaan kohdistuvien toistuvien mittausten keskihajonta voi olla parhaimmillaan 2 % keskimääräisestä makrokarkeudesta.

Eri mittauskohtien välinen makrokarkeuden keskihajonta voi olla jopa 27 % koko kohteen keskimääräisestä makrokarkeudesta. Mittauskohdalla tarkoitetaan tässä tapauksessa satunnaisesti valittua kohtaa nimellisesti homogeeniseltä tieosuudelta. Karkeudeltaan hyvin vaihtelevien pintojen keskimääräisen makrokarkeuden luotettavaan laskemiseen tarvitaan useita yksittäisiä mittauksia siitäkin huolimatta, että menetelmän toistettavuus on erittäin hyvä eikä se ole altis suurille kokeen suorittajasta riippuville epätarkkuuksille.

4.9 Tutkimusselostus

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan

- määrittäminen tehty tämän menetelmän mukaan
- mahdolliset poikkeamat menetelmäkuvauksen mukaisesta koejärjestyksestä
- testattavan pinnan sijainti ja tunnistetiedot
- kokeen suorituspäivämäärä
- kussakin kokeessa käytetty lasihelmimäärä
- testimittausten lukumäärä
- kunkin lasihelmillä peitetyn alueen keskimääräinen halkaisija
- kussakin kokeessa mitattu makrokarkeus, [mm].

Pinnan karkeuden

- mittaus tulokset merkitään lomakkeelle 2.4 "Pinnan karkeuden mittaaminen,
- mittauskohdat merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella", joka liitetään tutkimusselostukseen.

VTT 2650 – 2013**BETONISEN SILTAKANNEN ABSOLUUTTISEN KOSTEUDEN
MITTAUS. KUIVATUS-PUNNITUSMENETELMÄ.****1 MENETELMÄN TARKOITUS**

Selvitetään betonisen siltakannen pintakerroksen absoluuttinen kosteus (kosteus-pitoisuus) painoprosentteina kuivapainosta.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Betoniset siltakannet.

3 VIITE

SFS-EN 1097-5. Kiviainesten mekaanisten ja fysikaalisten ominaisuuksien testaus. Osa 5: Kosteuspitoisuuden määrittäminen kuivaamalla lämpökaapissa.

4 MÄÄRITELMÄT

Absoluuttisella kosteudella tarkoitetaan tässä menetelmässä näytteen sisältämää, haihtuvaa kosteutta, kun näyte lämmitetään 105 °C lämpötilaan.

5 MENETELMÄ**5.1 Periaate**

Kosteus määritetään siltakannesta irrotetuista näytteistä kuivattamalla ja punnitsemalla.

5.2 Laitteet ja tarvikkeet

Laboratoriovaaka, punnitustarkkuus 0,1 g

Lämpökaappi, ilmanvaihdolla varustettu, tarkkuus ± 2 °C,

Mahdollisesti raudoituksen ilmaisin

Tehokas porakone

Näytteenottoporanterä, jolla irrotetun betonilieriön läpimitta \varnothing noin 55 mm (terän tulee kestää poraus betoniin ilman vesikastelua)

Poralieriön irrotuskiiloja

Painava vasara

(Porauskaluston vaihtoehtona on piikkauskone varusteineen)

Näytepusseja ja pakkaustarvikkeita

Kuulosuojaimet

Suojalasit

Metrimitta (≥ 5 m)

Sähkövirtaa (verkkovirtaa tai aggregaatti)

Näytteenottoreikien pakkaustarvikkeet.

Käytettävän laboratoriovaakan ja lämpökaapin tulee olla säännöllisesti kalibroituja.

5.3 Näytteenotto

Betonisen kansilaatan pintakerroksen absoluuttisen kosteuspitoisuuden vaihtelu selvitetään ennen näytteenottoa ainetta rikkomattomalla menetelmällä käyttäen pintakosteusmittaria. Pintakosteusmittarin tulosten perusteella valitaan siltakannen kosteimmat alueet, joilta otetaan betoninäytteet laboratorioissa tehtäviä kosteusmäärittämiä varten.

Pintakosteusmittarilla mitattu kannen kosteuden vaihtelu ja laboratoriokokeita varten otettujen absoluuttisen kosteuden näytteiden sijaintikohdat voidaan merkitä lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella". Merkitään muistiin näytteenottoa varten sijainti (esim. etäisyys reunapalkista ja sillan reunapalkin päästä).

Absoluuttisen kosteuden mittauskohtien lukumäärä on esitetty InfraRYL osan 3 taulukossa 42310:T3.

Yhdestä kohdasta tehtävää absoluuttisen kosteuden määrittämistä varten otetaan 3 rinnakkaisnäytettä samalta etäisyydeltä reunapalkista ja noin 50 cm etäisyydeltä toisistaan. Mittausten määrää voidaan antaa tarkentavia ohjeita työkohtaisissa urakka-asiakirjoissa.

Ainetta rikkovaa mittausta ei tule tehdä kohdista, joissa esijännitysteräksiset nousumatkaset lähele pintaa. Ennen porausta paikallistetaan raudoituksen sijainti raudoituksen ilmaisimella mahdollisuuksien mukaan. Näytteenottoporalla porataan siltakanteen ura valittuun syvyyteen (30 mm). Porattaessa ei saa käyttää vesikastelua. Porauksen jälkeen näyteliiriä irrotetaan lyömällä kiila porattuun uraan. Yksittäisen poraliiriönäytteen koko on noin 150 g.

Näytteeseen merkitään tunnistetiedot ja näytteenottopäivämäärä. Näytteet pakataan ja säilytetään siten, ettei sen kosteus muutu säilytyksen ja kuljetuksen aikana ennen ensimmäistä punnitusta.

Siltakannen näytteenottoreiät paikataan tarkoitukseen soveltuvalla tavalla heti näytteenoton jälkeen.

5.4 Koemenettely

Jos lieriö sisältä rautaa, poistetaan rauta näytteestä rikkomalla näyte lyömällä. Näytteet punnitaan. Näytteet kuivataan lämpökaapissa 105±2 °C:ssa, kunnes peräkkäisin punnitukset todetaan, ettei paino enää muutu. Kuivatusaikana näytteet punnitaan kerran päivässä.

Näytteen absoluuttinen kosteus lasketaan seuraavasta kaavasta massaprosentteina kuivan näytteen massasta:

$$\text{Kosteus (m-\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100$$

jossa m_1 = näytteen massa ennen kuivatusta
 m_2 = näytteen massa kuivauksen jälkeen.

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan

- tien numero, työmaan nimi, sillan nimi, tiepiiri, kunta
- tilaaja, tilausnumero, tilauspäivämäärä
- tutkimusselostuksen laatijan nimi
- näytteenottopäivä
- näytteenottokohdat (esim. etäisyydet reunapalkin sivupinnasta ja reunapalkin päästä)
- näytteiden irrotustapa
- näytteiden koko (esim. näytelieriöiden halkaisijat ja korkeudet tai piikkauskuoppien syvyys ja leveys)
- näytteenottoreikien paikkaustapa (paikkausmateriaali ja paikkauspäivä)
- koemenetelmä
- näytteen kuivatuslämpötila ja kuivatusaika (h)
- yksittäiset punnitustulokset (g), ilmoitetaan yhdellä desimaalin tarkkuudella
- kunkin näytteen absoluuttinen kosteus massaprosentteina (m-%), ilmoitetaan yhden desimaalin tarkkuudella.

Kansilaatan betonin pintakerroksen absoluuttisen kosteuden vaihtelu (pintamittarin mukaan) ja laboratoriokokeita varten otettujen betonin kosteuspitoisuusnäytteiden ottokohdat merkitään tasopiirrokseen lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella", joka liitetään betoninäytteiden tutkimusselostukseen.

VTT 2651 – 2001**VEDENERISTYKSEN JA ERISTYSALUSTAN VÄLISEN TARTUNTA-
LUJUUDEN MITTAUS TYÖMAALLA. TARTUNTAVETOKOE.****1 MENETELMÄN TARKOITUS**

Selvitetään työmaalla tehtävin mittauksin vedeneristysmateriaalin tartunta eristysalustaan.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Kermieristysten, massaeristysten, epoksiitiivistysten tai ohutkerrospäällysteen tartunta alustaan. Alusta on edellisen rakennekerroksen pinta (esim. eristysalustan tiivistyksen, betoni-, teräs- tai puukannen pinta).

3 VIITE

SFS-EN 13596, Flexible sheets for waterproofing — Waterproofing of concrete bridge decks and other concrete surfaces trafficable by vehicles — Determination of bond strength.

4 MÄÄRITELMÄT

Tartuntalujuus on pinta-alayksikköä kohti tarvittava voima, joka tarvitaan irrottamaan eristysmateriaali alustastaan.

Irtoamisepinta ilmoittaa, missä rakennekerroksessa murtuma tapahtuu.

5 MENETELMÄ**5.1 Periaate**

Mitataan voima, joka tarvitaan vedeneristysten irrottamiseksi eristysalustasta.

5.2 Laitteet ja tarvikkeet

Vetolaite, jonka maksimivetovoima on vähintään 2 kN ja aina riittävä eristysmateriaalin vetämiseksi irti alustasta. Kuormituksen lisäysnopeus vedon aikana on 0,15 MPa/s ja mittaustarkkuus ± 2 %.

Tartuntavetolaitteen vetolaikat, jotka valitaan tutkittavan eristyskerroksen mukaan:

- kermille pyöreä vetolaikka \varnothing 50 mm tai neliönmuotoiset vetolaikat, sivu 50 tai 44 mm,
- massaeristyksille ja ohutkerrospäällysteelle edellä mainittujen lisäksi \varnothing 28 mm vetolaikat.
- tiivistysepoksille \varnothing 28 mm tai \varnothing 20 mm vetolaikat.

Liima (valitaan liimauspintojen, liimauslämpötilan ja käytettävissä olevan kovettumisajan perusteella).

Liimauspintojen karhennus- ja puhdistusvälineet

Reunojen irrotusvälineet

- kermieristyksellä mattoveitsi koukkumaisella ja suoralla terällä,
- epoksitiivistyksellä, nestemäisenä levitettävällä eristyksellä ja ohutkerrospäällysteellä reikäsahankerä (sisähalkaisija sama kuin pyöreän vetolaikan läpimitta), sahausohjain (esim. muottivanerista tehty).

Pintalämpömittari (mittaustarkkuus 0,3 °C).

Lämmitysvarusteet tarvittaessa (tuoreen liimasauman lämmitykseen).

Näytteenottoreikien paikkausvälineet

- kermeille hitsattavaa aluskermiä ja nestekaasupoltin,
- nestemäisenä levitettävälle eristykselle ko. tuotteen paikkausmassaa,
- tiivistysainekerrokselle samaa tiivistysmateriaalia.

5.3 Koemenettely

Kermieristyksen tartunta tutkitaan mahdollisuuksien mukaan aluskermin päältä ennen pintakermin kiinnitystä. Massaeristyksen ja ohutkerrospäällysteen tutkimusajankohtaa valittaessa otetaan huomioon materiaalin käyttöohjeen mukaiset kovettumisajat.

Vetohetkellä kermieristyksen eristysalustan pintalämpötilan tulee olla välillä +5...+25 °C. Samaa ohjetta eristysalustan lämpötilavaatimuksesta noudatetaan, jos nestemäisenä levitettävä eristys, ohutkerrospäällyste tai niiden liimaus sisältää bitumia tai tervaa. Eristysalustan pintalämpötila mitataan eristykseen syntyneen reiän kautta heti vetokokeen jälkeen.

Mittausten määrästä, suoritusajankohdasta ja tartuntalujuusvaatimuksista (esim. InfraRYL osassa 3) annetaan ohjeet urakka-asiakirjoissa. Mittauskohdat valitaan siten, että mittauksella saadaan riittävä käsitys tutkittavan alueen (esim. siltakanen) eristyksen tartunnasta.

Koska eristysalustan kosteus vaikuttaa eristyksen tartuntaan, tehdään mittauksia erityisesti kohdista, joissa alustan kosteus on todennäköisesti muita kohtia suurempi. Tällaisia ovat esim. kohdat, joihin pintavedet valuvat, kuten reunapalkin vierustat ja kourumaiset taitteet. Kuhunkin valittuun mittauskohtaan liimataan lähekkäin vähintään 2 tai, jos liimauksen pitävyys sääolojen vuoksi on epävarmaa, useampia esim. 4 vetolaikkaa.

Liimauskohdan esikäsittelyssä ja liimauksessa noudatetaan liiman käyttöohjeita. Pinta harjataan ja puhdistetaan vieraista aineista. Kermieristyksen pintaa ei karhenneta. Nestemäisenä levitettävän eristyksen pinta karhennetaan tarvittaessa esim. santapaperilla tai tiheäpiikkisellä teräsharjalla. Ennen liimausta pinnalta poistetaan pöly kuivalla puhtaalla kankaalla pyyhkimällä. Nestemäisenä levitettävän eristyksen pinta pyyhitään ennen liimausta liuottimeen kostutetulla kankaalla vain, jos liiman käyttöohjeessa näin suositellaan ja nimetään liiman kanssa yhteensopiva liuotin. Mahdollisesti saumasta yli pursunut liima poistetaan ennen sen kovettumista.

Vetolaikka liimataan kermiin ennen eristyksen reunojen irrotusta. Liimauksen kovettumisen jälkeen eristykseen vetolaikan ympärille leikataan tarkoin vetolaikan reunoja pitkin 3 - 5 mm leveä ura. Leikattaessa varotaan erityisesti painamasta kermiä irti vetolaikasta ja tästä syystä leikkaamiseen soveltuu parhaiten koukumaisella terällä varustettu mattoveitsi, jota pidetään siten, että leikkausvoima tulee eristysalustan pinnan suuntaiseksi. Silmämääräisesti tarkastetaan, että leikkausura ulottuu joka kohdassa eristysalustaan.

Epoksitiivistysten, nestemäisenä levitettävien eristysten ja ohutkerrospäällysteiden tartuntavetokohtien vetoalueiden reunat irrotetaan reikäsahalla ennen laikan liimausta. Sahattaessa käytetään ohjainta, jotta saha ei liiku sivusuunnassa sahausajan aikana (ohjain voidaan tehdä esim. muottivanerin palasta).

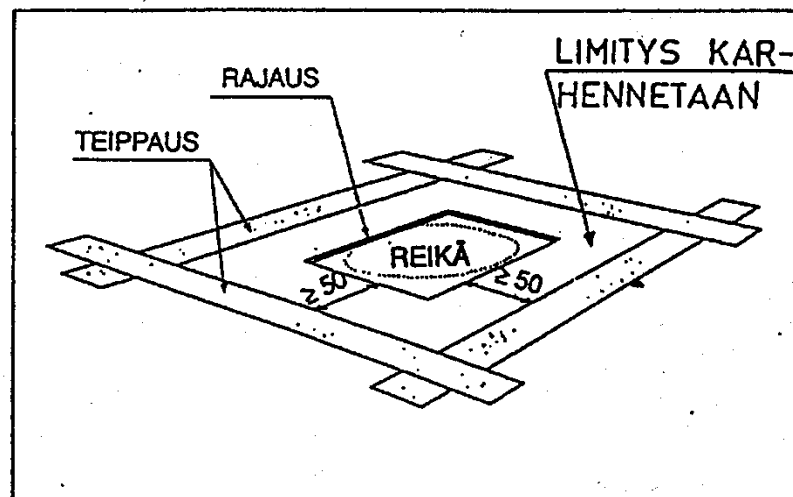
Vetolaikan liimauksen kovettuminen riippuu eristyksen pintalämpötilasta. Jos viileä sää vaikeuttaa vetolaikkojen liimauksen onnistumista, noudatetaan soveltuvin osin seuraavia ohjeita:

- Tarvittaessa tehdään esikokeita, joiden perusteella käytettävä liima valitaan
- Vetolaikat voidaan lämmittää ennen liimausta noin +40 °C:een. Vetolaikkaan varautunut lämpö edistää pikaliiman kovettumista. Lämpimän vetolaikan jäähtymistä voidaan hidastaa lämmöneristeestä esim. styroxista tehdyn suojakupin avulla.
- Liimauskohtia voidaan lämmittää ennen liimausta ja liiman kovettumisen ajan esim. lämpöpuhaltimella. Lämmityksen aikana tulee varoa ylikuumentamasta liimasaumaa yli sen sallitun kovettumislämpötilan. Jos ylikuumentamisen vaara on olemassa, tulee liimasauman lämpötilaa seurata esim. ylimääräisen vetolaikan alle liimasaumaan asennetun termoelementtilangan ja termoelementtilämpömittarin avulla.

Jos liimattua vetolaikkaa lämmitetään liiman kovettamiseksi, tulee liimauskohdan lämpötilan tasaantua ympäristön lämpötilaan ennen tartuntavetokokeen kuormitusta. Lämpötilan tasaantuminen vetolaikan alla todetaan esim. em. termoelementtilämpömittarilla.

Tartuntavetokokeen aikana vetovoimaa lisätään kohtisuoraan eristysalustaa vastaan tasaisesti 0,15 MPa/s. Vedon aikana vetolaikkaan ei saa kohdistua vääntöä.

Tartuntavetokokeen jälkeen paikataan vetokokeen reiät tarkoitukseen soveltuvalla tavalla. Kermieristys voidaan paikata esim. hitsaamalla koestuskohtiin kermipaikat. Nestemäisenä levitettävien eristysten ja ohutkerrospäällysteiden paikkaukseen tulee käyttää tarkoitukseen soveltuvaa paikkausmassaa.



Kuva 1. Nestemäisenä levitettyyn eristykseen tehdyn reiän paikkausmenetelmä.

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan

- mittauskohteen tunnistetiedot (esim. tienumero, työmaan nimi, sillan nimi, tiepiiri, kunta)
- tilaaja, tilausnumero, tilauspäivämäärä
- eristysurakoitsija
- eristysrakennetyyppi
- tutkimusmenetelmä
- tutkimusajankohta
- ilman lämpötila ja aurinkoisuus
- koetulokset (jokaisesta yksittäisestä vetokokeesta)
- tartuntalujuus (N/mm^2) ja irtoamispinta
- eristysalustan pintalämpötila
- kellonaika
- mahdolliset poikkeamat koemenettelyssä
- vetoreikien paikkaukseen käytetty materiaali
- tutkimuksen vastuuhenkilö.

Tartuntavetolujuuskokeiden

- tulokset merkitään lomakkeelle 2.5 "Tartuntavetolujuuskoe"
- suorituspaikat merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 "Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella", joka liitetään tutkimusselostukseen.

VTT 2654 – 2001**BETONISEN SILTAKANNEN TIIVISTYSEPOKSIIN VESITIIVEYDEN MITTAUS. MATALAJÄNNITEMENETELMÄ****1 MENETELMÄN TARKOITUS**

Selvitetään betonisen siltakannen vesieristuksen alla käytettävän tiivistysepoksen vesitiiviys.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Betoniset siltakannet. Tiivistysepoksen vesitiiviyden mittaus rakenteesta työmaalla.

3 VIITE

Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für die Herstellung von Brückenbelägen auf Beton, ZTV-BEL-B 87, Technische Prüfvorschriften für Reaktionharze für Grundierungen, Versiegelungen und Kratzspachtelungen unter Asphaltbelägen auf Beton, Dortmund 1987.

4 MÄÄRITELMÄT

Epoksitiivistys on betonisille siltakansille ennen vesieristystä kaksinkertaisena epoksikäsitteilynä levitetty kerros, jonka tarkoituksena on muodostaa tiivis epoksikalvo betonin pinnalle.

5 MENETELMÄ**5.1 Periaate**

Epoksikerroksen vesitiiviys määritetään epoksikerroksen betonin pinnalle muodostaman sähkövastuksen (eristysvastuksen) perusteella. Pääjohteena on betonialusta.

5.2 Mittauslaitteet ja tarvikkeet

Vesitiiviyden mittausta varten tarvitaan

- Sähkövastuksen mittauslaite, jonka mittausalueen tulee ulottua vähintään 2000 M Ω :iin ja jonka mittausjännite mittauksen aikana ei saa ylittää 500 V
- 2 piikkimäistä mittauselektrodia johtoineen. Toisen elektrodin on suositeltavaa olla varustettu virtakytkimellä
- Kuparinen levyelektrodi, joka muodostuu neliönmuotoisesta kuparilaa-
tasta (laatan paksuus vähintään 10 mm, neliön sivut 100 mm).
- Imukykyisiä (kapillaarisia) suodatinkankaan palasia (mitat 100 mm x 100 mm)
- Testinestettä. Se valmistetaan tislatus vedestä, joka tehdään sähköä johtavaksi suolanlisäyksellä (n. 10 g ruokasuolaa NaCl yhteen litraan

vettä) ja jonka tunkeutumiskykyä lisätään tavallisen astianpesuaineen avulla

- Tippanokalla varustettu pullo testinesteen annostelua varten
- Porakone ja \varnothing 8 - 10 mm betoniporanteriä.

5.3 Mittauskohtien valinta

Mittauskohdat valitaan siten, että mittauksella saadaan riittävä käsitys siltakanen epoksitiivistyksen vesitiivyydestä. Erityisesti mittauksia tehdään kohdista, joissa epoksi näyttää silmämääräisesti ohuemmalta kuin muualla.

5.4 Koemenettely

Epoksin läpi betoniin porataan halkaisijaltaan 8-10 mm reikä. Reikä porataan ai-noastaan niin syväksi, että se ulottuu epoksin läpi koko reiän alueella.

Suodatinkangas kastellaan läpimäräksi testinesteellä ja asetetaan noin 30 cm etäisyydelle poratusta reiästä. Suodatinkankaan ja reiän välille jäävää aluetta epoksipinnasta ei saa kastella missään tapauksessa. Kuparilevy asetetaan määrän huopapalan päälle. Porareikään tiputetaan vähän testinestettä siten, että neste kastelee porareian betonipinnan imeytymällä betonin pintaan, mutta ei jää lammikoksi porareikään.

Valitaan mittausjännitteeksi 500 V. Toinen piikkimäinen elektrodi kytketään betoniin porareiässä ja toinen kuparilevyn pintaan. Kytketään mittausvirta elektrodin virtakytkimestä mittauksen ajaksi. Laitteen näytöstä luetaan elektrodien välinen sähkövastus.

Epoksin pinnalla ei saa olla esim. sateen tai kasteen aiheuttamaa kosteutta, koska kostea, yhtenäinen pinta elektrodien välillä johtaisi sähköä. Sama henkilö ei saa koskettaa samanaikaisesti molempien elektrodien metalliosia. Mittaajalla on oltava riittävät valmiudet mittauksen suoritukseen ja hänen on hallittava käytettävä menetelmä. Laitteen käyttöohjeessa on laitekohtaiset ohjeet mittauksen suorituksesta. Testinestettä ei saa päästä piikkielektrodeihin tai näyttölaitteeseen korroosioaurioiden välttämiseksi.

Mittausreiät paikataan samasta epoksista ja kvartsihiekasta sekoitetulla massalla. Tavallisia epoksiliimoja ei saa käyttää reikien paikkaamiseen, koska ne eivät kestä riittävästi kuumuutta.

5.5 Vesitiivyyden arvostelu

Mittautuloksena saadun eristysvastuksen suuruusluokka kertoo, onko epoksi vesitiivis. Valmis, kauttaaltaan kovettunut epoksi on riittävän tiivis, jos vähintään 95 % mittautuloksista ylittää 500 000 k Ω (= 500 M Ω) ja loput tulokset täyttävät vähimmäisvaatimuksen 10 000 k Ω (= 10 M Ω). (Pelkän betonin sähkövastuksen tyypilliset arvot ovat alle 60 k Ω , jos elektrodien välinen etäisyys on 30 cm).

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan

- tien numero, työmaan nimi, sillan nimi, tiepiiri, kunta
- tilaaja, tilausnumero, tilauspäivämäärä

- koemenetelmä (viittaus tämän menetelmän numeroon)
- sähkövastusmittarin merkki ja malli
- porareikien halkaisija ja etäisyys kuparisen levyelektrodin lähimmästä reunasta
- mittaushohtien sijainti likimääräisesti (esim. etäisyys reunapalkin sivupinnasta ja reunapalkin päästä)
- mittauspäivä
- koetulokset (jokaisesta yksittäisestä tiiviysmittaustuloksesta) ja vesitiiviyden arvostelu
- mahdolliset poikkeamat tämän menetelmäkuvauksen mukaisesta koemenettelystä
- tutkimuksen vastuuhenkilö.

Matalajännitemenetelmällä tehtyjen vesitiiviysmittausten

- tulokset merkitään lomakkeelle 2.7 ”Epoksitiivistyksen vesitiiviys. Matalajännitemenetelmä”
- suorituspaikat merkitään tasopiirrokseen lomakkeelle 2.1 ”Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella”, joka liitetään tutkimusselostukseen.

Menetelmä	n:o VTT-S-05050-09 - 2013		Päivitetty 30.5.2013
------------------	----------------------------------	--	-----------------------------

SILTAKANNEN NESTEMÄISENÄ LEVITETYN VEDENERISTYKSEN TAI TIIVISTYSEPOKSIIN VESITIIVYDEN MITTAUS. KORKEAJÄNNITEMENETELMÄ.

1 MENETELMÄN TARKOITUS

Mitataan siltakannen nestemäisenä levitetyn vedeneristyskerroksen paksuus- ja vesitiivysvaatimuksen täyttyminen tai tiivistysepoksiin tai muun Liikenneviraston tuotekohtaisesti hyväksymän eristysalustan tiivistysaineen vesitiivysvaatimuksen täyttyminen.

2 MENETELMÄN SOVELTAMISALUE

Menetelmä soveltuu siltakannen betonin päälle nestemäisenä levitetyn, sähköä johtamattoman vedeneristyskerroksen vesitiivyyden ja paksuuden tai tiivistysepoksiin vesitiivyyden vaatimusten mukaisuuden mittaukseen. Jos tiivistysepoksiin asemasta on käytetty jotain muuta Liikenneviraston tuotekohtaisesti hyväksymää eristysalustan tiivistysainetta, noudatetaan sen vesitiivyyden mittaamisessa tässä menetelmäkuvauksessa epoksitiivistyskerroksen vesitiivyyden mittaamisesta annettuja ohjeita.

3 VIITE

Standardi ASTM D 4787-08. Standard practice for continuity verification of liquid or sheet linings applied to concrete substrates.

Menetelmä VTT 2654. Tiivistysepoksiin vesitiivyyden mittaaminen. Matalajännitemenetelmä.

Menetelmä VTT 2651. Eristyksen ja eristysalustan välisen tartuntalujuuden mittaaminen työmaalla. Tartuntavetokoe.

4 MÄÄRITELMÄT

Epoksitiivistys on betonisen siltakannen kaksinkertainen epoksikäsittely, jonka tehtävä on tiivistää betonin pinta eristyksen kuplimisen estämiseksi.

Nestemäisinä levitettävät eristykset ovat yleensä polyuretaani-, akryyli- tai epoksipohjaisia, nestemäisessä olomuodossa levitettäviä vedeneristysmateriaaleja.

Matalajännitemenetelmällä tarkoitetaan mittaamenetelmää VTT 2654, jossa käytetään 500 V mittaajännitettä betonialustalle levitetyn, sähköä johtamattoman pinnoitteen vesitiivyyden (sähkövastuksen, eristysvastuksen) mittauksessa.

Korkeajännitemenetelmällä tarkoitetaan mittaamenetelmää VTT-S-05050-09, jossa käytetään siltakohtaisesti valittua korkeaa mittaajännitettä betonialustalle levitetyn, sähköä johtamattoman pinnoitteen vesitiivyyden (sähkövastuksen, eristysvastuksen) mittauksessa. Korkeajännitemenetelmässä käytettävää mittalaitetta kutsutaan ”kipinäharavaksi”.

Läpilyöntijännite tarkoittaa matalinta sähköjännitettä kussakin mittauskohdassa, jossa mittauslaitteen anturista kulkee sähkövirta betonin päälle levitetyn pinnoitteen läpi ja edelleen pinnoitteen betonialustaan kytkettyyn maadoituselektrodiin.

Vesitiiviys mitataan välillisenä tunnuslukuna epoksitiivistyksen tai nestemäisenä levitetyn eristykseen riittävän korkean läpilyöntijännitteen perusteella.

5 MENETELMÄ

5.1 Periaate

Korkeajännitemenetelmällä voidaan paikallistaa betonialustalle levitetyn sähköä johtamattoman, nestemäisenä levitetyn vedeneristykseen tai epoksitiivistyksen ohuimpia kohtia tai epäjatkuvuuskohtia (neulamaisia reikiä, poikkeavan huokoisia kohtia, kuplia tai halkeamia). Koska nämä laatupoikkeamat heikentävät vedeneristykseen tai tiivistysepoksien vesitiiveyttä, kohdistuu mittaus tutkitun kerroksen vesitiiviiden mittaamiseen.

Läpilyöntijännite riippuu pinnoitteen tyypistä ja sähköneristysominaisuuksista. Se alenee mm., jos pinnoitteen kerrospaksuus alenee, huokoisuus kasvaa tai pinnoitteessa on reikä. Siihen vaikuttavat myös betonin ominaisuudet, rauditus sekä betonin ja ilman kosteus. Myös betonialustan lämpötilan muutoksen suunta mittaushetkellä (nouseva/ laskeva lämpötila) vaikuttaa läpilyöntijännitteeseen ja erityisesti pinnoitteen reikien kohdalla lämpötilan muutoksen suunnalla on siihen merkittävä vaikutus.

Läpilyöntijännite näkyy kipinöintinä anturin ja pinnoitteen yläpinnan kosketuskohdassa. Mittalaite voi antaa myös merkkiäänä läpilyöntikohdissa.

Mittauksessa on pääjohteena tutkittavan pinnoitteen alla oleva sillan raudoitettu betonikansi. Mittauslaitteen maadoituskaapeli kytketään rakenneseosaan, jolla on sähköä johtava kontakti sillan betonikanteen.

5.2 Turvallisuus

Tämä menetelmäkuvaus ei sisällä kaikkia turvallisuusohjeita, joita liittyy mittausmenetelmän käyttöön. Menetelmän käyttäjän tulee pitää huoli siitä, että käyttää turvallista ja terveydelle haitatonta mittausastapaa ja selvittää menetelmän käytön rajoitukset ennen sen käyttöä. Korkea mittausjännite ja kipinöinti edellyttävät erityistä varovaisuutta työmaan paloturvallisuudessa. Henkilö, jolla on sydämentahdistin tai sydänvika, ei saa käyttää korkeajännitemenetelmää.

5.3 Korkeajännitemenetelmän mittauslaitteet ja tarvikkeet

Korkeajännitemenetelmän mukaisissa mittauksissa tarvitaan seuraavat laitteet ja tarvikkeet:

- Sähkövastuksen mittauslaite, jonka mittausjännite on säädettävissä epoksitiivistyksen mittauksissa välille 1–10 kV ja nestemäisenä levitetyn eristykseen mittauksissa 10–25 kV.
- Maadoituskaapeli, jolla voidaan yhdistää mittauslaite siltakanteen tai sen kanssa hyvin sähköä johtavassa yhteydessä olevaan rakenneseosaan.
- Mittauslaitteeseen kytkettäviä eri levyisiä mittausantureita, joissa on metalliharjaksia ja varsi.

- Epoksitiivistyksen mittausjännitteen valinnassa tarvitaan lisäksi matalajännitemenetelmän n:o VTT 2654 mukaiset mittauslaitteet ja tarvikkeet.

5.4 Silmämääräinen tarkastus

Ennen mittauksen aloitusta tarkastetaan epoksilla tiivistetty siltakansi silmämääräisesti mahdollisten epoksin vuotokohtien löytämiseksi (erityisesti neulamaiset reiät, ohuet kohdat, huokoiset kohdat, kuplat, halkeamat).

Silmämääräisen tarkastuksen yhteydessä havaitut epoksikerroksen reiät merkitään näkyvällä tavalla (esim. tussilla).

5.5 Epoksitiivistyksen mittausjännitteen valinta (korkeajännitemenetelmä)

Standardin ASTM D 4787-08 mukaan minimimittausjännite on tyypillisesti noin 4 kV/mm, mikä perustuu pinnoitteen paksuisen puhtaan, kuivan ilmakerroksen läpilyöntijännitteeseen.

Työmaaolosuhteissa epoksin reiässä on usein ilman lisäksi myös muita sähköjohtavuuteen vaikuttavia aineita (esim. vettä nesteinä tai vesihöyrynä, pölyä tai muita epäpuhtauksia). Epoksin, karkeutuskiviaineksen ja siltakannen sähköjohtavuusominaisuudet sekä mittauskohdan ominaisuudet ja olosuhteet vaikuttavat epoksikerroksen läpilyöntijännitteeseen, jota ei tiedetä tarkkaan etukäteen. Tästä syystä kipinäharavamittauksessa käytettävä mittausjännite tulee aina valita kokeellisen valintamenettelyn avulla siltakohtaisesti työmaalla.

Korkeajännitemittauksen aikana epoksitiivistyksen pinnan tulee olla kuiva eikä sen huokosissa tai rei'issä saa olla vettä, koska vesi alentaa läpilyöntijännitettä. Epoksi voi vaurioitua läpilyöntikohdissa mittauksen aikana. Epoksikerroksen tulee olla sitoutunut ja saavuttanut riittävä lujuus ennen vesitiiviysmittausta. Epoksin sitoutumisnopeus vaihtelee levitetyn epoksikerroksen lämpötilan vaihdellessa ja sitoutuminen pysähtyy, jos lämpötila laskee riittävän alas.

Epoksituotteiden asennusohjeissa on annettu ohjeita epoksin lujittumisnopeudesta eri lämpötiloissa. Jos lujittumista ei pystytä arvioimaan riittävän tarkasti asennusohjeiden perusteella esim. asentamisen jälkeen tapahtuvien suurien lämpötilavaihteluiden vuoksi, voidaan epävarmoissa tilanteissa todeta epoksin riittävä lujittuminen epoksin tartuntavetokokeen avulla. Jos epoksi ei ole sitoutunut riittävästi, tartuntalujuus ei täytä laatuvaatimuksia.

Joissakin mittauslaitteissa on liian suuren jännitteen aiheuttamien pinnoitevaurioiden välttämiseksi mahdollisuus käyttää automatiikkaa, jonka avulla laite alentaa automaattisesti mittausjännitettä havaitessaan läpilyöntijännitteen.

Korkeajännitemenetelmällä ja valitulla mittausjännitteellä suoritetaan siltakohtaisesti koko siltakannen kattava pinnoitteen vesitiiviysmittaus.

Mittausjännite voidaan valita kahdella vaihtoehtoisella tavalla (A tai B):

A. Mittausjännitteen valinta kalibrointikoealueen avulla

Koealueen epoksitiivistyksen eristysalustan ja eristysolosuhteiden tulee täyttää samat vaatimukset kuin eristysalustalle ja eristysolosuhteille on asetettu

InfraRYL osassa 3 epoksitiivistyksen levityksen ja lujittumisen aikana. Silta-kannelta valitaan koealue, jonka pinta-ala on vähintään 1 - 2 m². Koealueen epoksissa ei saa olla neulamaisia reikiä tai puolipallon muotoisia kuoppia eikä poikkeavan suurta huokoisuutta.

Koealueelle levitetään tiivistysepoksi kahtena kerroksena:

- Ensimmäinen kerros ja tartuntasirote levitetään InfraRYL osan 3 levitysmenekin mukaan.
- Toinen epoksikerros levitetään esim. telalla siten, että koealueelle muodostuu pinnoitekerros, joka paksune kiilamaisesti. Kiilamaisen paksuuden muutoksen avulla pyritään koealueelta paikallistamaan matalajännitemenetelmän VTT 2654 avulla kalibrointikohta, jonka eristysvastus on vaihtelevuilla 500 – 1000 MΩ.
- Epoksin viskositeetti vaikuttaa siihen, pystytäänkö epoksista tekemään kiilamaisesti paksuneva koealue. Viskositeetti vaihtelee epoksituotekohtaisesti ja riippuu myös epoksin lämpötilasta. Jos kiilamaisesti paksunevaa koealuetta ei pystytä tekemään epoksituotteen itsetasaavan ominaisuuden vuoksi, valitaan mittausjännite menetelmällä B.
- Kalibrointikohta merkitään koealueen epoksipintaan (esim. tussilla) ja sen sijainti kirjataan mittauspöytäkirjaan (kalibrointikohdan sijainti ilmoitetaan reunapalkista mitatun kohtisuoran etäisyyden ja liikuntasaumasta mitatun etäisyyden avulla).
- Korkeajännitemenetelmällä määritetään kipinäharavan läpilyöntivastus kalibrointikohdassa. Kalibrointikohdissa on suositeltavaa käyttää kapeaa harjamaista kipinäanturia.
- Jos matalajännitemenetelmällä mitattu eristysvastus oli kalibrointikohdassa välillä 500 – 800 MΩ, valitaan korkeajännitemenetelmässä käytettäväksi kipinäharavan mittausjännitteeksi kalibrointikohdassa todettu läpilyöntijännite.
- Jos on kalibrointikohdassa eristysvastus on välillä 801 – 1000 MΩ matalajännitemenetelmällä mitattuna, valitaan korkeajännitemenetelmässä käytettäväksi kipinäharavan mittausjännitteeksi kalibrointikohdassa todettu korkeajännitemenetelmän mukainen läpilyöntijännite, josta on ensin vähennetty 200 - 300 V.
- Jos koealueen joka kohdassa matalajännitemenetelmällä mitattu eristysvastus on suurempi kuin 1000 MΩ, kalibrointia ei voida suorittaa tällä koealueella menetelmän A mukaisesti. Tällöin kalibrointi suoritetaan menetelmän B perusteella.

B. Mittausjännitteen valinta ilman koealuetta

Mittausjännite voidaan valita vaihtoehtoisesti myös ilman erillistä koealuetta siten, että

- Epoksitiivistyksen asentamisen ja riittävän lujittumisen jälkeen valitaan silmämääräisen tarkastuksen perusteella valmiista pinnasta esim. värierojen tai läpikuultavuuden perusteella kohtia, joiden välillä on todennäköisiä kerospaksuuseroja.

- Mitataan ulkonäköerojen perusteella valituissa siltakannen kohdissa matalajännitemenetelmän VTT 2654 mukainen eristysvastus, kunnes löydetään kohta, jonka eristysvastus on vaihteluvälillä 500–1000 MΩ. Tämä kohta valitaan kipinäharavan mittausjännitteen kalibroitikohdaksi,
- Jos matalajännitemenetelmän mukainen eristysvastus ohuimmalta näyttävästä kohdasta on huomattavasti yli 1000 MΩ, haetaan tämän kohdan läheisyydestä silmin havaittava epoksin reikä. Mitataan ilmavälin läpilyöntijännite kipinäharavalla tämän epoksissa olevan reiän kohdalla. Valitaan tämä läpilyöntijännite epoksin mittausjännitteeksi tällä sillalla. HUOM. Läpilyöntijännite reiän kohdalla on tyypillisesti välillä 2–3 kV. Korkeajännitemittaus tehdään aina kuivasta kohdasta.
- Jos matalajännitemenetelmän mukainen eristysvastus ohuimmalta näyttävästä kohdasta on huomattavasti yli 2000 MΩ eikä silmin havaittavia reikiä löydy, mitataan tämän kohdan läpilyöntijännite korkeajännitemenetelmällä. Läpilyöntijännitteestä vähennetään tämän jälkeen 1 kV ja valitaan näin saatu arvo kipinäharavan mittausjännitteeksi.

(Menettely B voidaan joutua valitsemaan myös niissä tapauksissa, että ensin tehdyltä Menettelyn A mukaiselta koealueelta ei ole voitu paikallistaa matalajännitemenetelmän avulla sopivaa eritysvastuksen vaihteluväliä, jonka perusteella olisi voitu valita korkeajännitemenetelmän mittausjännite).

Auringon UV-säteily vaikuttaa suojaamattomaan epoksitiivistykseen ja voi muuttaa epoksin sähkönjohtavuutta. Jos samalla sillalla tehdään useina eri päivinä epoksin tiiviysmittauksia, on uuden mittauspäivän alussa suositeltavaa tarkastaa mittauksin, ovatko epoksin mittausjännitteen kalibrointiarvot muuttuneet ja tarvittaessa uusia kalibrointi.

5.6 Nestemäisenä levitetyn eristyksen mittausjännite

Nestemäisenä levitetyn vedeneristyksen (esim. polyuretaani) vesitiiviiden ja paksuuden mittauksissa käytettävä kipinäharavan mittausjännite (korkeajännitemenetelmällä) voidaan valita tekemällä ensin koealue, jonka eristyksen paksuus on eristyskerroksen InfraRYL osan 3 kohdan 42310.3.2.4 vähimmäispaksuusvaatimuksen mukainen, mittaamalla sen läpilyöntijännite kipinäharavalla ja käyttämällä sillan kannen alueella mittausjännitteenä kipinäharavan läpilyöntijännitettä, josta ensin on vähennetty 300–500 V. Eristyskerroksen paksuus voidaan mitata esim. siltakannesta irrotetusta eristysnäytepalasta työntötulkin avulla.

5.7 Koemenettely

Korkeajännitemenetelmällä suoritettussa mittauksessa noudatetaan menetelmäkuvausta ja laitevalmistajan käyttö- ja turvallisuusohjeita. Korkean mittausjännitteen vuoksi mittaajalla on oltava riittävät valmiudet mittauksen turvalliseen suoritukseen ja hänen on hallittava hyvin käytettävä mittausmenetelmä ja sen turvallinen käyttö.

Pinnoitteen päällä tai huokosissa ei saa olla kosteutta mittauksen aikana, koska kosteus aiheuttaa virheellisen tuloksen.

Mittauslaitteen maadoituskaapeli kytketään rakenneosaan, josta on sähköä johtava kontakti sillan betonikanteen. Tällainen rakenneosa voi olla esim. näkyvissä

oleva kannen terästanko tai kanteen naulaimella (esim. HILTI:llä) ammuttu nau-la. Jos maadoitus kytketään sillan kaiteeseen, tulee varmistaa, että kaiteesta on hyvin sähköä johtava yhteys siltakanteen. Betonikannen saumojen läheisyydes-sä tulee varmistaa, että mittausanturi ja maadoituskohta ovat sauman samalla puolella.

Kipinäharavaa kuljetetaan pitkin mitattavaa pintaa käyttäen edellä kuvatulla ta-valla valittua mittausjännitettä. Laitteen käyttöohjeen mukaan anturia liikutetaan nopeudella 0,25 m/s eli 15 m/min (esim. Elcometer 266 DC). Jos käytetään 0,5 m leveää harjamaista kipinäanturia, laitteella voidaan käytännössä mitata silta-kantha noin 200 – 300 m²/h.

5.8 Reikien paikkaus

Jotta vältetään kipinäharavamittauksen mahdollisesti liian korkean mittausjännit-teen aiheuttamat tutkittavan pinnoitteen vaurioitumiset, mittausjännite valitaan matalajännitemenetelmää VTT 2654 apuna käyttäen. Tällöin saattaa esiintyä ti-lanteita, joissa pinnoitteen reiän kohdalla korkeajännitemenetelmä ei tunnista rei-kää, jos pinnoitteen tavanomaista suuremman kerrospaksuuden vuoksi mittaus-jännite ei pysty läpäisemään reiässä olevaa kuivaa ilmakerrosta. Tästä syystä kaikkien havaittujen reikien kohdat on paikattava aina epoksilla riippumatta siitä, todetaanko niissä läpilyöntejä valitulla kipinäharavan mittausjännitteellä.

Kipinäharavalla tai silmäämääräisesti todetut epoksin neulamaiset reiät ja läpilyön-tijännitteiden aiheuttamat vauriot merkitään havaittaessa esim. tussilla ja paika-taan samasta epoksista ja kvartsihiekasta sekoitetulla massalla. Epoksikerrok-sen reikien ja vaurioiden paikkaustyöt suoritetaan siltakannen betonilaatan las-kevan lämpötilan aikana kuten epoksitiivistystyöt muutoinkin. Betonilaatan laske-va lämpötila voidaan todeta seuraamalla mittauksin betonin pintalämpötilan muu-tosta.

Myös epoksikerroksen paikkauskohtien vesitiiviys mitataan kipinäharavalla.

5.9 Vesitiiviyyden arvostelu

Epoksitiivistys

Valmiin epoksitiivistyksen vesitiiviyyden arvostelussa käytettävä korkeajänniteme-netelmän mittausjännite valitaan kohdan 5.5 mukaisesti. Koko siltakannen alu-eelta kartoitetaan korkeajännitemenetelmän avulla alueet, joilla läpilyöntijännite on alhaisempi kuin valittu mittausjännite. Näillä kohdilla epoksitiivistys ei täytä InfraRYL:in vesitiiviysvaatimuksia.

Nestemäisenä levitetty eristys

Valmiin nestemäisenä levitetyn eristyksen vesitiiviyyden ja paksuuden arvostelus-sa käytettävä mittausjännite valitaan kohdan 5.6 mukaisesti. Koko siltakannen alueelta kartoitetaan alueet, joilla läpilyöntijännite on alhaisempi kuin valittu mit-tausjännite. Näillä kohdilla nestemäisenä levitetty eristys ei täytä InfraRYL:in mu-kaista eristyksen minimipaksuusvaatimuksia, jos näytepala on ohuempi kuin ker-roksen minimipaksuus.

6 TUTKIMUSSELOSTUS

Tutkimusselostuksessa ilmoitetaan:

- tien numero, työmaan nimi, sillan nimi, ELY-keskus, kunta,
- mittaustyön tilaaja, tilausnumero, tilauspäivämäärä,
- mittauksen suorittaja ja hänen työnantajansa
- epoksitiivistyksen tai nestemäisenä levitetyn eristyksen levityspäivämäärät
- kipinäharavamittausmittauksen päivämäärä,
- kipinäharavamittauksella tutkitun materiaalin tuotemerkki,
- kipinäharavamittauksen suorittajan nimi,
- koemenetelmä (viittaus tämän menetelmän numeroon),
- onko mittaus tehty sääsuojassa,
- korkeajännitemittauksissa käytetyn laitteen merkki ja malli,
- harjamaisen mittauselektrodin leveys,
- maadoituselektrodin kiinnitystapa siltakanteen,
- korkeajännitemenetelmällä mitatun alueen laajuus ja sijainti siltakannella,
- mittausjännite ja sen valintamenettely,
- korkeajännitemenetelmän mittausjännite ja valintapa,
- kalibrointikohdissa tehdään mittaukset sekä korkeajännitemenetelmän että matalajännitemenetelmän mukaan. Näiden vertailumittausten tulokset raportoidaan esim., liitteenä olevan lomakkeen taulukossa,
- kipinäharavan läpilyöntikohdat,
- samalla tavoin raportissa esitetään nestemäisenä levitetyn eristyksen pak-suusvaatimuksen alituskohdat ja niiden sijainti siltakannella tai alue, joilla alituksia on havaittu,
- lisäksi esitetään mahdolliset poikkeamat tämän menetelmäkuvauksen mukaisesta koemenettelystä.

Korkeajännitemenetelmällä tehtyjen vesitiiviysmittausten

- tulokset merkitään lomakkeelle 2.6 ” Epoksitiivistyksen tai nestemäisenä levitetyn eristyksen vesitiiviysmittaus. Korkeajännitemenetelmä”
- valitun kipinäharavan läpilyöntikohdat (valitulla mittausjännitteellä) merkitään tasopiirroksen lomakkeelle 2.1 ”Laadunmittauskohtien sijainti siltakannella”, joka liitetään tutkimusselostukseen.

Tarvikkeet pinnan karheuden mittausmenetelmään

EN 13036-1 tai PANK 5103

Lasihelmien mitta-astioiden valmistus

1 KÄYTTÖTARKOITUS

Mitta-astiaa käytetään lasihelmien määrän tilavuusmittaukseen, kun mitataan vaakasuoran pinnan karheutta (karkeutta) lasihelmimenetelmällä. Tämän ohjeen mukainen astia täyttää menetelmien PANK 5103 ja EN 13036-1 mukaiset vaatimukset.

2 MATERIAALI

Ruostumaton teräsputki 25/22 mm (sisähalkaisija 22 mm)

Ruostumaton pyörötanko, halkaisija 22 mm.

3 MITAT JA VALMISTUS

Mitta-astian sisätilavuus on 25 000 mm³ (± 0,2 %). Paksupohjaiset mitta-astiat valmistetaan ruostumattomasta teräsputkesta, jonka sisään kiinnitetään pysyvästi pohjaksi 24 mm pituinen pala D 22 mm ruostumattomasta teräksestä valmistettua pyörötankoa (ks. kuva 1). (Astian ulkokorkeus= sisäkorkeus + 24 mm.)

Astian sisäseinien ja pohjan tulee olla pinnaltaan tasaisia. Putken sisällä oleva sauma tasoitetaan koneellisesti. Astian ylä- ja alapään reunojen terävät särmät pyöristetään.

Tasoitushionnan jälkeen astian sisähalkaisija mitataan. Jotta astian tilavuus olisi tavoitteen mukainen, astian sisäkorkeus

(h) valitaan seuraavan kaavan mukaan:

$$h = \frac{31831}{D^2}$$

jossa h = astian sisäkorkeus [mm]

D = astian sisähalkaisija [mm].

Esim. jos D = 22,4 mm, on h = 63,44 mm ± 0,1 mm tai
jos D = 22,6 mm, on h = 62,32 mm ± 0,1 mm.



Kuva 1. Mitta-astia

Lasihelmien levitystyökalun valmistus

Lasihelmien levitystyökalu voidaan valmistaa esim. juniorijääkiekosta (D noin 60 mm), johon kiinnitetään sopiva kahva.

Lasihelmien hankinta

Pinnan karheuden mittausmenetelmä edellyttää, että käytettävät lasihelmet ovat pyöreitä ja raekokoja 0,18/0,25 mm. Tätä raekokoja ei ole valmiina kaupallisesti saatavissa Suomesta. Lasihelmet seulotaan lähinnä menetelmäohjeen vaatimuksia vastaavasta lajitteesta.

Lasihelmiä on saatavissa 25 kg säkeissä. Esim. lajite AC 0,15/0,25 mm, josta seulotaan mittausmenetelmän edellyttämä raekoko 0,18/0,25 mm.

Lasihelmien toimittajia (v. 2007):

- Rowema Oy, Kerava
- Blastjet Oy, Hämeenkyrö.

Seulat

Lasihelmilajitteen alarajan raekoko on 0,18 mm ja ylärajan raekoko 0,25 mm. Seulakoko 0,18 mm ei kuulu tavanomaiseen seulasarjaan. Näitä raekokoja vastaavia laboratorioseuloja toimittaa tilauksesta esim. Scanteknik Oy Ab Kirkkonummelta.

Sillan vedeneristystömaan laadunmittaus, LIVI ohje

Lomake 2.1

LAADUNMITTAUSKOHTIEN SIJAINTI SILTAKANNELLA

Sivu

Pistemäiset laatumittaukset, vaatimusten alituskohdat ja näytteenottokohdat

Lomakkeeseen merkitään pistemäisten laatumittausten, vaatimusten alituskohdien ja näytteenottokohtien likimääräiset sijainnit esim. rasteilla (x) ja niiden tunnistenumerot. Lisäksi kuvaan merkitään taajamat, joihin sillan ylittävä ja alittava väylä johtavat.

Pistemäisten laatumittausten ja näytteenottokohtien tarkempi sijainti (etäisyydet reunapalkin päästä sekä reunapalkin sisäreunasta) merkitään tulos-lomakkeille 2.4 - 2.7

<div style="text-align: center;"> <p>Taajama 1:</p> </div>		Laatumittaus:
		Laatumittauksen tilaaja:
		Sillan numero:
		Sillan nimi:
		Kunta
		Sillan alittava väylä:
		Taajama 4:
		Mittauksen pvm.
		Laatumittauksen suoritti:

Kerros, jota tiedot koskevat (rasti ruutuun)	1. levityskerros
	2. levityskerros

1885

HUOM. Olosuhteet ilmoitetaan ennen työn aloitusta ja sen jälkeen vähintään 2 h välein koko työn kestoajan (erikseen 1. ja 2. levityskerroksen osalta)

HUOM. Olosuhteet ilmoitetaan ennen työn aloitusta ja sen jälkeen vähintään 2 h välein koko työn kestoajan (erikseen 1. ja 2. levityskerroksen osalta)

Tiivistysaineen levityksen aloitus- ja lopetushetken kellonaika		
Pvm	Levitys alkoi kello	Levitys päättyi kello

	Olosuhteiden mittaaja	Tiivistystyöurakoitsijan edustaja	Pääurakoitsijan edustaja
Allekirjoitus-pvm			
Allekirjoitus			
Nimen selvennös			

Lomake 2.3 Lite 2 / 3 (7)

Silta n:o		Sillan nimi		Tilaja	
Tie nro		Kunta		Pääurakoitsija	
Mittaja				Vedeneristysurakoitsija	
					Sivu

HUOM. Olosuhteet ilmoitetaan ennen työn aloitusta ja sen jälkeen vähintään 2 h välein koko työn kestoajan.

[illegible]

Vedeneristysten levytyksen aloitus- ja lopetushetken kellonaika			Vedeneristysten alusta:
Pvm	Levitys alkoi kello	Levitys päättyi kello	Epoksin levitysmäärä kg/m ²
			Vedeneristysten tuotemerkki:
			Eristysmateriaalin valmistaja:

	Olosuhteiden mittaaja	Vedeneristysurakoitsijan edustaja	Pääurakoitsijan edustaja
Allekirjoitus-pvm			
Allekirjoitus			
Nimen selvennös			

Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus, LIVI ohje						Lomake		2.4	
Mittauspöytäkirja			Mittaus-pvm.				Sivu		
PINNAN KARKEUDEN MITTAAMINEN. LASIHELMIMENETELMÄ									
Mittauksen tilaaja:									
Työmaan nimi									
Mittauspaikka: tie n:o						Kunta			
Sillan numero				Sillan nimi					
Sillan pinta-ala		m ²				Tutkittava pinta (betoni, epoksi ym.)			
Oliko siltakansi hiekka- tai sinkopuhallettu?									
Mittausmenetelmän n:o									
Mittauksen suorittaja									
Kohta tai alue n:o	Mittauskohdan sijainti		Lasihelmiympyrän halkaisija neljässä suunnassa				Keski- arvo	HUOM.	
	Pituus- suunta	Leveys- suunta	halk. 1	halk. 2	halk. 3	halk. 4			
	m	m	mm	mm	mm	mm	mm		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
<p>Mittauskohdan sijainti ilmoitetaan etäisyytenä reunapalkin päästä (pituussuunnassa) ja reunapalkin sisäreunasta (leveyssuunnassa)</p> <p>Mittauskohdat merkitään myös lomakkeelle 2.1</p> <p>Pinnan karkeus lasketaan seuraavalla kaavalla, kun lasihelmien mittalieriön koko on 25000 mm³</p> <p><i>Pinnan karkeus [mm] = 31830/ D²</i></p> <p>jossa D on lasihelmiympyrän keskimääräinen halkaisija</p> <p>Mittausmenetelmä on esitetty menetelmäkuvauksessa PANK-5103</p>									

[illegible]

Sillan vedeneristystömaan laadunmittaus, LIVI ohje						Lomake 2.6
						Sivu
Mittauspöytäkirja	Menetelmä VTT-S-05050-09			Mittaus-pvm.		
EPOKSITIIVISTYKSEN tai NESTEMÄISENÄ LEVITETYN ERISTYKSEN VESITIIVIYS. KORKEAJÄNNITEMENETELMÄ						
Mittauksen tilaaja				Mittauksen suoritti		
Mittauspaikka: tie n:o, kunta						
Sillan numero		Sillan nimi				Kansi m ²
Onko tutkittu kerros epoksitiivistys vai vedeneristys?						
Materiaalin tuotemerkki					Levitys pvm	
Mittausmenetelmän n:o						
Mittauslaite (merkki, malli)				Laite kalibroitu (pvm)		
Valittu mittausjännite (korkeajännitemenetelmä) kV						
Mittausolosuhteet :		Ilman lämpötila [°C]			Ilman suht. kosteus [%]	
Huomautuksia: Esim. Tehtiinkö koealue ja miten mittausjännite valittiin.						
Mittauskohtien tai mittausjännitteen alituskohtien sijainti			Matalajännite-menetelmä	Korkeajännite-menetelmä	Korkeajännite-menetelmä + näytepala	HUOM.
Kohta tai alue n:o	Pituus-suunta *)	Leveys-suunta **)	Eristysvastus (kalibr. kohta)	Läpilyöntijännite (alituskohdissa)	Eristysnäyte-palan paksuus (läpilyönti-kohdissa)	
	m	m	MΩ	kV	mm	
*) etäisyys reunapalkin päästä, **) etäisyys reunapalkin sisäreunasta						
Mittauskohdat ja mittausjännitteen alituskohdat merkitään myös lomakkeelle 2.1						

Sillan vedeneristystyömaan laadunmittaus, LIVI ohje								Lomake	2.7	
									Sivu	
Mittauspöytäkirja			Menetelmä VTT 2654			Mittaus pvm.				
EPOKSITIIVISTYKSEN VESITIIVIYSMITTAUS, MATALAJÄNNITEMENETELMÄ										
Mittauksen tilaaja						Mittauksen suoritti				
Mittauspaikka: tie n:o, kunta										
Sillana numero			Sillan nimi						Kansi m ²	
Tutkittu materiaali (tuotemerkki)							Levitys pvm			
Mittauslaite (merkki, malli)						Laite kalibroitu (pvm)				
Mittausjännite [V]		500 V		Eristysvastusvaatimus [MΩ]				minimi 500 MΩ		
Mittausolosuhteet:		Ilman lämpötila [°C]				Ilman suht. kosteus [%RH]				
Kussakin mittauskohdassa epoksiin poratun reiän ympäriltä mitataan eristysvastus neljässä yksittäisessä pisteessä (A - D), joihin siirretään kuparilevy-elektrodi vuorotellen mittauksen ajaksi. Lasketaan kunkin mittauskohdan tulosten (A...D) keskiarvo.										
Mittauskohdan sijainti siltakannella			Eristysvastusmittauksen tulokset					HUOM		
Kohta tai alue n:o	Pituus-suunta *)	Leveys-suunta **)	A	B	C	D	keski-arvo			
	m	m	MΩ	MΩ	MΩ	MΩ	MΩ			
*) etäisyys reunapalkin päästä, **) etäisyys reunapalkin sisäreunasta										
Mittauskohdat merkitään myös lomakkeelle 2.1										

